PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 12. 15. Juni 1906. Redaktionsschluß für No. 13 am 17. Juni 1906. 7. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
H. Th. Simon, Das Institut für angewandte Elektrizität der Universität Göttingen. S. 401.
O. Hahn, Über einige Eigenschaften der α-Strahlen des Radiothoriums. I. S. 412.
V. J. Laine, Ein Versuch, die Absorption der β-Strahlen des Radiums in den Elementen als Funktion von deren Konstanten abzuleiten. S. 419.
H. Rau, Beobachtungen an Kanalstrahlen. S. 421.
J. R. Januszkiewicz, Über einen Stromunterbrecher für Röntgenapparate. S. 423.
J. Rosenthal, Über eine neue Art von Röntgenröhren. S. 424.
V. Fischer, Ein Beitrag zur Reibungstheorie. S. 425.
Berichte über wissenschaftliche Versammlungen:
XIII. Hauptversammlung der deutschen Bunsengesellschaft. S. 428.
Besprechungen:
R. Ehrenfeld, Grundriß einer Entwicklungsgeschichte der chemischen Atomistik. S. 430.
G. Jäger, Die Fortschritte der kinetischen Gastheorie. S. 430.
H. Kaufmann, Die Beziehungen zwischen Fluoreszenz und chemischer Konstitution. S. 430.
E. Ebstein, Aus G. C. Lichtenbergs Correspondenz. S. 430.
Briefkasten. S. 430.
Tagesereignisse. S. 432.
Personalien. S. 432.
Gesuche. S. 432.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Das Institut für angewandte Elektrizität der Universität Göttingen. [1]

Von Hermann Th. Simon.

I. Geschichtliches.

Die Entwicklung der Physik führt, wie die der Menschheit überhaupt, aus einer Epoche der Höhlenwohnung, mit selbstgefertigtem primitiven Steinwerkzeug, über das Pfahlbautenzeitalter zum Zeitalter des modernen festgefügten und komfortabeln Steinhauses. Nur liegt in der Physik die Steinzeit noch gar nicht so weit hinter uns; und in Höhlen hausen noch heute einige Physiker, wenn es richtig ist, was ihre Berichte an die Regierungen zu melden wissen. Im ganzen allerdings leben wir im goldenen Zeitalter der mit allen Mitteln wohlversehenen massiven Institute; und zwischen den Werkzeugen des heutigen Physikers und denen der physikalischen Urgeschichte ist mindestens derselbe Unterschied, wie zwischen dem Werkzeug der modernen Industrie und der Steinaxt des prähistorischen Menschen.

Habent sua fata — die Institute. Ihre Geschichte ist ein wichtiges Stück in der Geschichte der Wissenschaft überhaupt. Und da auch in ihrer Genesis eine Art von biogenetischem Grundgesetz herrscht, so pflegt die Entwicklung eines speziellen Institutes in interessanter und oft amüsanter Weise die phylogenetische Entwicklung der Gesamtphysik zu wiederholen.

Das ist auch bei dem Institute zutreffend, von dessen Werden hier die Rede sein soll, dem ersten besonderen Institute, welches an einer deutschen Universität für angewandte Elektrizität errichtet worden ist.

Die moderne Elektrotechnik hat ihren Einzug an die Göttinger Universität gehalten mit Vorlesungen, die P. Drude als Göttinger Privatdozent im Sommersemester 1894 hielt. Anfang 1895 habilitierte sich darnach Des Coudres in Göttingen und nahm, in Angliederung an das 1894 gegründete Nernstsche Institut, die Pflege der angewandten Elektrizität durch Vorlesungen und Übungen auf. Er erhielt alsbald einen Lehrauftrag für dieses Fach, welches von da ab offiziell als Abteilung für angewandte Elektrizität an das physikalische Institut unter E. Riecke angegliedert wurde.

Mit sehr bescheidenen Hilfsmitteln hat diese Abteilung angefangen. Der Leiter war gleichzeitig Lehrer, Assistent, Mechaniker, Monteur und was sonst; die Hilfsmittel des Unterrichtes beschränkten sich auf die dürftigen elektrotechnischen Bestände der alten physikalischen Sammlung und auf mühsam Selbstzusammengebautes. Dankbar ist hier der freiwilligen Hilfe zu gedenken, die damals die Assistenten des physikalischen Hauptinstitutes, Wachsmuth, Kümmel, Stark der Abteilung und ihrer Sache geleistet haben. Da brachte der Anfang des Jahres 1898 die Gründung der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik, und von ihr aus der Abteilung die erste eigene Ausstattung durch Bewilligung von 15000 Mark, denen sich regelmäßige Jahreszuschüsse in Höhe von 3000—5000 Mark bald anschlossen. Ein eigener Mechaniker konnte gehalten werden; die Sammlungsschränke füllten sich mit schönen, vielfach im Institute selbstgebauten Apparaten. Akkumulatorenbatterie und Universaldynamomaschine konnten beschafft werden. Kurz, als nach Des Coudres' Wegberufung im Herbst 1901 der Berichterstatter als Leiter der Abteilung eintrat, fand er sie in wohlbedachter Organisation und fröhlichem Ge-

1) Instituts-Neubauten Nr. VI. (Nr. V: diese Zeitschr. **7**, 1, 1906.) Gekürzter Abdruck aus dem demnächst erscheinenden Werke: Die physikalischen Institute der Universität Göttingen, Festschrift im Anschlusse an die Einweihung der Neubauten, 9. Dez. 1905, herausgegeben von der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Leipzig 1906.

deihen. 1901 griff auch die Staatsregierung mit einer Beihilfe von 12000 Mark ein; der innere Ausbau und damit das Interesse der Studierenden an dem Fach war in stetigem Wachsen.

Aber die Räume, die der Abteilung im physikalischen Institut zur Verfügung standen, wuchsen nicht mit; sie waren von Anfang an zu eng. Der Hauptraum war Hörsaal, Praktikum, Laboratorium zugleich; schon lange erforderte es eine raffinierte Ausnutzung aller drei verfügbaren Dimensionen, um die zu erquickender Reichhaltigkeit anwachsende Sammlung einigermaßen unterzubringen und doch noch ein wenig Bewegungsfreiheit zu behalten. Auch gehörte der Bau des alten physikalischen Institutes in die Epoche der physikalischen Pfahlbauten: Zuzeiten waren die im Keller aufgestellten Akkumulatorenbatterien nur zu Wasser zu erreichen; und es bleibt als eine der heitersten Szenen in Erinnerung der Moment, da für unser Telephonkabel eine Durchlaßöffnung in eine Außenwand geschlagen werden mußte. Der Mechaniker hatte einen dem Respekt gegen die Außenwand eines physikalischen Institutes entsprechenden Apparat an Stemmeisen und schweren Schmiedehämmern aufgeboten. Er setzt an, und bei dem ersten Schlage fliegt das Stemmeisen durch die Wand und reißt den Mechaniker fast hinterher. Die Wand war nach Altgöttinger Sitte Lehm zwischen Fachwerk und ein guter Bohrer für sie war der Spazierstock. Daß einem an dieser Fachwerkwand befestigten Spulengalvanometer zuweilen das Phosphorbronzeband zerriß, wenn ein Omnibus über die Straße holperte, darf nicht wundernehmen.

Unter der Wucht dieser und ähnlicher Beweismittel gegen die Unzulänglichkeit des alten Institutsbaues war die Frage eines Neubaues aus einem 25jährigen chronischen endlich in das akute Stadium gerückt. Schon die ersten Pläne sahen aber auch einen besonderen elektrotechnischen Bau neben dem neuen Hauptinstitute vor. Er mußte indes zunächst dem Ansturm harter Finanzzeiten und dem gegen die angewandten Anwandlungen der Göttinger Universität aufziehenden technischen Gewitter weichen. So wurde 1902 das physikalische Hauptinstitut allein in Angriff genommen. Allmählich hatte sich dann nach einigem Wetterschießen die drohende Gewitterwolke verzogen. An Stelle heftigen Widerstreites gegen die Göttinger Reformpläne von seiten der technischen Kreise trat zuerst Duldung, dann Interesse; und schon mehren sich die Zeichen, daß bald das kommen wird, was gleich hätte kommen müssen, begeisterte Zustimmung mit der Einsicht, daß diese Reformpläne nicht gegen, sondern auf der ganzen Linie für die Ehre und das Ansehen der technischen Wissenschaften und ihrer Vertreter kämpfen.

Indessen war von Göttingen aus immer wieder die Notwendigkeit eines Neubaues für die angewandte Elektrizität nach Berlin betont worden; die Göttinger Vereinigung sagte die innere Einrichtung zu mit 25000 Mark, sowie für fünf Jahre einen Jahresetat von 5000 Mark. So wurde endlich im Herbste 1904 die Einstellung der für den Bau erforderlichen Mark 75000 in den Etat von 1905 beim Finanzministerium erreicht. Der Bau hätte jetzt frühestens am 1. April 1905 begonnen werden können, zu einer Zeit, wo das neue physikalische Hauptinstitut schon bezogen werden sollte. Da übernahm der Vorsitzende der Göttinger Vereinigung, Herr Geheimrat Dr. Böttinger, in aufopfernder Weise persönlich die Haftung für den Baukostenbetrag und erwirkte so, daß sofort begonnen werden konnte. Auf Grund der Skizzen des Berichterstatters wurde der Bauentwurf vom Regierungsbaumeister Kropp, dem Bauleiter des physikalischen Hauptinstituts, gemacht; die spezielle Bauleitung wurde dann Herrn Regierungsbauführer Leiste übertragen; die Vorarbeiten wurden mit größter Beschleunigung erledigt, die Instanzen mit einer Aufsehen erregenden Geschwindigkeit passiert. Gute Geister walteten über dem Werk; so registriert die Baugeschichte:

1904: am 3. November Beginn der Erdarbeiten; am 15. November Beginn der Betonfundamente; am 21. Dezember Kellergeschoß halb aufgeführt, dann Maurerarbeiten eingestellt; 1905: am 6. März Wiederaufnahme der Maurerarbeiten; am 30. Oktober erste Vorlesung im neuen Institute und Aufnahme des Institutsbetriebes; am 9. Dezember feierliche Einweihung; 1906: am 8. Januar amtliche Übergabe an den Institutsdirektor.

Bei Gelegenheit der Institutseinweihung am 9. Dezember 1905 wurde durch ministeriellen Erlaß die Abteilung für angewandte Elektrizität als dritte Abteilung des Physikalischen Instituts einem selbständigen Direktor unterstellt und der Berichterstatter zum Direktor ernannt.

Die Gesamtaufwendungen für das Institut seit seinem Bestehen bis zur Einweihung betragen:

Von seiten der kgl. Staatsregierung:
- Seit 1897 Besoldung eines außerordentlichen Professors.
- 1901 außerordentliche Zuwendung von 12000 Mark.
- 1905 Kosten für den Neubau in der Höhe von 75000 Mark.

Von seiten der Göttinger Vereinigung:
- Für die innere Einrichtung und den laufenden Betrieb 1898—1906 45000 Mark.

Für die innere Einrichtung des Neubaues 1905 25000 Mark.

Insgesamt in 8 Jahren 157000 Mark ohne die Remunerationen an die Leiter der Abteilung.

Vom 1. April 1906 ab wird der Staat dauernd die Kosten für einen Diener, sowie für Heizung, Beleuchtung, Reinigung und Reparatur, jährlich mit 2900 Mark, tragen. Auch ist ein eigener Assistent beantragt, während bisher einer der Assistenten des Physikalischen Hauptinstitutes in der Abteilung mit tätig war. (1898 H. Agricola, 1899—1900 W. Schmidt, W.-S. 1900/01 C. Fredenhagen, 1901—1904 M. Reich, 1905 E. Madelung.)

2. Das Gebäude.[1])

Das Gebäude ist mit Betonfundamenten auf tragfähiger Kiesschicht gegründet, hat in Abmessungen von rund 18×20 m 360 qm bebaute Fläche und besteht aus Keller-, Erd- und Obergeschoß mit 3,0 m, 4,25 m und 4,25 m Konstruktionshöhen.

Im Äußeren (vergl. Fig. 1) ein Ziegelrohbau, erinnert es in seinen Architekturformen und mit seinem flachen Holzzementdach an oberitalienische Backsteinbauten. Weißer Fugenverstrich und sparsam verteilte Musterungen beleben die Flächen und Überkragungen; Lisenen und Risalite, sowie die Sohlbänke, das Hauptsims und die Brüstungsabdeckungen in gelblich weißem Sintelsandstein gliedern den Bau.

Die Fußböden bestehen im Kellergeschoß aus Beton mit Zementestrich, nur der Akkumulatorenraum besitzt einen säurefesten Asphaltfußboden. Erd- und Obergeschoß haben Linoleumbelag auf Zementestrich erhalten, mit Ausnahme der Werkstatt, für die Eichenriemen in Asphalt gewählt wurde, und mit Ausnahme von Flur, Garderobe und Abort, wo Terrazo verwendet ist.

Die Decken sind im Kellergeschoß größtenteils aus Zementbeton zwischen I-Trägern gestampft. Sonst aber sind im ganzen Gebäude Koenensche Plandecken zwischen I-Trägern mit einer Holzverschalung und Rohrputz verwendet worden, um überall leicht an den Decken die zahlreichen Leitungen der elektrischen Anlage anschrauben zu können. Zur Durchführung der Leitungsdrähte durch die Mauern haben schon im Rohbau eingemauerte Lochsteinschichten in Höhe der Decken-Unterkante die spätere Installation außerordentlich erleichtert und die Stemmarbeiten wesentlich eingeschränkt. Gleichen Zweck verfolgten auch die Aussparungen der Decken in jedem Raume.

Die Treppe besteht aus Zementeisenstufen mit Linoleumbelag und bronzenen Prinsko-Vorstoßschienen.

Die rechteckigen Fensteröffnungen von

1) Mit Benutzung einer freundlichst gegebenen Zusammenstellung des Bauleiters, des Herrn Regierungsbauführer Leiste.

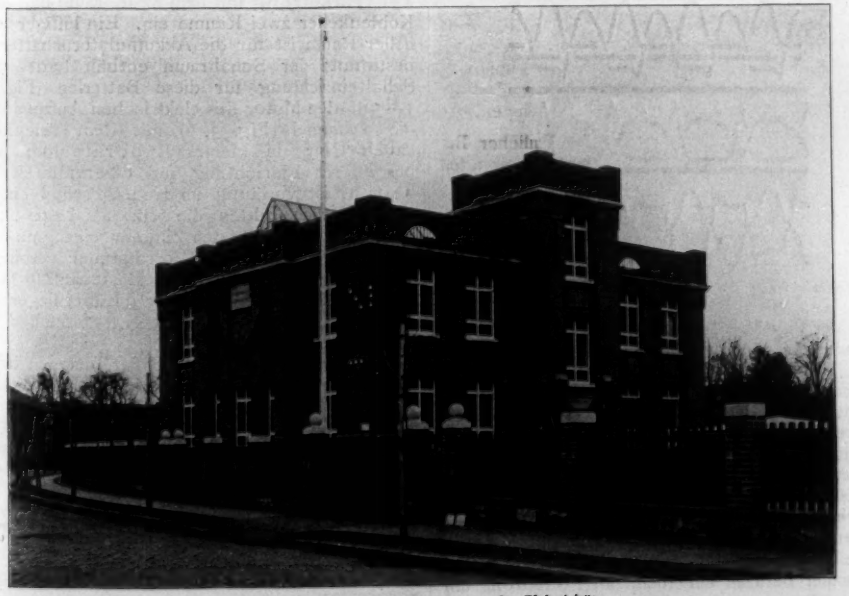


Fig. 1. Das Institut für angewandte Elektrizität.

243 cm Höhe und 164 cm Breite reichen fast bis unter die Decken und geben so ein reiches von oben fallendes Licht. Die Fenstergliederung (siehe Fig. 1) ist so gewählt, daß der untere Teil bis zur Höhe des ersten Kämpfers fest ist, so daß beim Öffnen am Fenster stehende Apparataufstellungen nicht gestört werden. Die Fenster sind größtenteils in Eichenholz ausgeführt worden, ebenso die Außentüren. Die Innentüren und sonstige Tischlerarbeiten in Kiefernholz.

Decken und Wände sind mit Leimfarbe weiß gestrichen; die Wände außerdem in Schulterhöhe mit einem roten Ölfarbensockel und Fries versehen. Als Friese sind meist stilisierte Oszillographenkurven ausgebildet worden (vergl. Fig. 2), ein Beitrag zu dem Thema: „Die Kunst

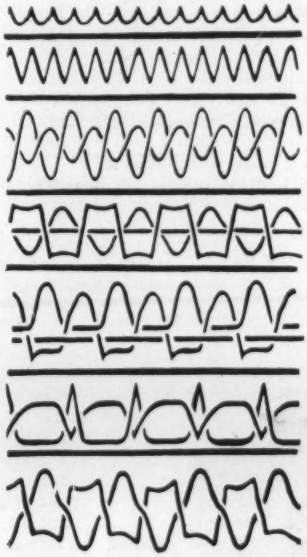


Fig. 2. Wandfriese aus stilisierten Oszillographenkurven.

in der Physik." Alles Holzwerk ist grün lasiert und lackiert.

Eine Niederdruckdampfheizung mit einem Warmwasserumlauf für die Heizung einiger Räume des Kellergeschosses, erwärmt durch zwei Strebel-Gegenstrom-Gliederkessel sämtliche Räume des Erd- und Obergeschosses, die mit glatten Reihengliedern auf Wandkonsolen ausgestattet sind. Die Heizkörper wurden möglichst so angebracht, daß in jedem Zimmer wenigstens ein Fensterplatz von der Heizung freiblieb. Werkstatt, Direktor- und Assistentenzimmer besitzen außerdem noch Gasöfen, um diese Räume auch unabhängig von der Zentralheizung erwärmen zu können. Die isolierte Hauptdampfverteilung und die Kondensleitung liegen im Keller an der Decke. Eine künstliche Frischluftzuführung ist nur für das Praktikum und den Hörsal vorgesehen worden.

Die meisten Räume sind an die Gas- und Wasserleitung angeschlossen worden und mit Doppelschlauchhähnen für das Gas, tönernen Ausgußbecken (nach dem System March) mit je zwei Zapfhähnen für das Wasser versorgt.

Zur Verdunkelung der Räume dienen übereinandergreifende Fensterzugvorhänge aus dichtem roten Moltonfries, die seitlich lichtdicht auf Leisten genagelt sind. Oben wird durch einen Überhang und unten durch eine in einfacher Weise übergespannte Schnur ein völlig lichtdichter Abschluß erreicht. Diese Verdunklungseinrichtung hat sich im alten Institute seit Jahren als tadellos bewährt und ist m. E. jeder anderen vorzuziehen, namentlich wenn man ihre geringen Kosten in Rechnung setzt (pro Fenster 30 Mark).

Der Hörsaal, mit leicht ansteigendem Podium, bietet für 72 Zuhörer Raum und wird nur durch ein Oberlicht erhellt, dessen horizontaler Teil mit stark lichtzerstreuendem Ornamentglase verglast ist.

3. Allgemeine Anordnung der Räume.

Im Kellergeschoß (Fig. 3, Tafel I) nimmt die Zentralheizung mit dem Kesselraum und dem Kohlenkeller zwei Räume ein. Ein luftiger und heller Raum ist für die Akkumulatorenbatterien bestimmt; der Schaltraum enthält Lade- und Schalteinrichtung für diese Batterien (Fig. 3, 1—5[1]), den Motor des elektrischen Aufzugs und die Trommel (Fig. 3, 6) mit dem Telephonkabel. Nur ein kleines Laboratorium, mit besonderer Einrichtung für chemische Arbeiten, ist vorläufig im Kellergeschoß eingerichtet, doch bilden die jetzt als Lager- und Vorratsräume benutzten Zimmer eine gute Reserve. Den vorderen Vorratsraum verbindet ein elektrisch betriebener Lastenaufzug von 225 kg Tragfähigkeit mit der darüber liegenden Werkstatt und dem Vorbereitungszimmer im Obergeschoß.

Im Erdgeschoß (Fig. 4, Taf. II[1]) hat man beim Eintritt rechts die Garderoben und Toilettenräume, links die geräumige und helle Werkstatt. Um die durch zwei Stockwerke reichende Maschinenhalle gruppieren sich die Arbeitsräume. Der größte derselben ist für das Anfängerpraktikum reserviert.

Im Obergeschoß (Fig. 5, Taf. III[1]) liegt, von der Galerie der Maschinenhalle aus durch einige Treppenstufen zugänglich, der Hörsaal. An ihn schließt sich rechts das Vorbereitungs-

1) Die Abbildungen 3—5 siehe Tafel.

zimmer, links die Sammlung mit den Sammlungsschränken (1—7) an. Im übrigen gruppieren sich um die Galerie der Maschinenhalle das Direktorsprechzimmer, Direktorlaboratorium, ein photographischer Raum und ein weiteres Laboratorium. Die Fensterplätze der Galerie sind als Arbeitsplätze ausgestaltet.

4. Spezielle Einrichtung einzelner Räume.

a) Maschinenhalle (siehe Fig. 6 und 7).

Es bedeutet in dem Grundriß (Fig. 4):

1. die Hauptverteilungsschalttafel (siehe Ansicht Fig. 6 rechte Seite hinten und Ansicht Fig. 11),
2. Gruppenschalttafel I (siehe Ansicht Fig. 12),
3. Gruppenschalttafel II (siehe Ansicht Fig. 12),
4. die Verteilungsschalttafel für die Hochspannung (siehe Ansicht Fig. 6 hinten links).

Von der näheren Bestimmung und Einrichtung dieser Tafeln wird bei der Beschreibung der elektrischen Anlage die Rede sein.

5. Alte Schuckertsche Compoundflachringmaschine von 4 PS.
6. An das städtische Netz angeschlossener 6 PS-Motor zum Betriebe von 5. oder 8.
7. Anlasser zu 6.
8. Alte Siemenssche 3 PS-Wechselstromscheibendynamo.
9. Erregermaschine zu 8.
10. An das städtische Netz angeschlossener 6 PS-Motor (mit Wendepolen) mit 100% Tourenregulierung zum Betriebe von 12. Er hat Wechselstromschleifringe, von denen direkt Wechselstrom von ca. 300 Volt abgenommen werden kann.
11. Anlasser und Regulator zu 10.
12. Mit 10. koppelbarer Universalgenerator von Schuckert, für Gleichstrom, Ein-, Zwei-, Dreiphasenstrom.
13. 20 PS-Gleichstromdynamo für 5000 Volt Spannung von Schuckert.[1])
14. Magnetregulator zu 13.
15. An das städtische Netz angeschlossener 20 PS-Motor mit 100% Tourenregulierung zum Betriebe von 13. oder 17.
16. Anlasser und Regulator zu 15.
17. Hochfrequenzwechselstromgenerator von 4 PS bis 900 Perioden/Sekunde von den Siemens-Schuckert-Werken.
18. Magnetregulator zu 17.
19. Unter der Decke aufgestellte große Glasplattenkapazität von ca. 3 MF.

(Auf Ansicht Fig. 6 über der Türe sind erst die Träger für die Kapazität sichtbar.)

Die Maschinenhalle hat eine große Tür direkt ins Freie (siehe Ansicht Fig. 7) zum direkten Transport schwerer Maschinen. Ein Laufkran von 2500 kg Tragfähigkeit bestreicht ihre ganze Fläche. (Siehe Ansicht Fig. 7 hinten oben.)

1) Beschafft aus den Mitteln der Jubiläumsstiftung zu Charlottenburg für Versuche zur Erzeugung hochfrequenter Wechselströme.

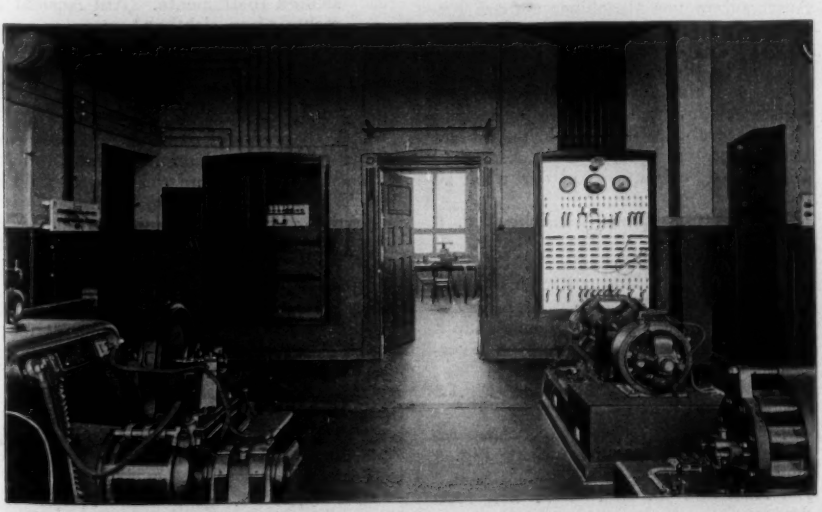


Fig. 6. Maschinenhalle mit Schalttafelwand und Blick ins Praktikum.

Fig. 7. Maschinenhalle.

Ein System überdeckter Kanäle gestattet, die Maschinen durch Drahtleitungen von den Schalttafeln her zu erreichen oder untereinander zu verbinden.

b) **Der Hörsal** (Fig. 8).

Es bedeutet in dem Grundriß (Fig. 5):

1. Ein auf besonderen Steinmauern in Tischhöhe befestigter Rost aus I-Trägern zum Anschrauben von Maschinen auf den Experimentiertisch (siehe Ansicht Fig. 8 rechts).
2. Eine bis in den darunter liegenden Raum reichende Öffnung, die zu manchen Versuchen erwünscht ist,
3. Ein Wasserablauf. (Ein Zapfhahn befindet sich am Experimentiertische in der Nähe.)
4. Die Projektionslampe, von der noch zu reden ist.
5. Der Projektionsschirm (Ansicht Fig. 8 links).
6. Die zweiteilige Mitteltafel. Unter derselben ist ein 2 m langer Rechenschieber von A. W. Faber so befestigt, daß er (wie in Fig. 8 sichtbar) hochgeklappt und zur Berechnung von Vorlesungsversuchen benutzt werden kann.
7. Die Schalttafel (siehe Ansicht Fig. 8 rechts und Fig. 15).
8. Aufstellung der Experimentier-Ampere- und -Voltmeter. (Siehe Ansicht Fig. 8 hinten rechts.)
9. Ein Anschluß für Starkstrom bis 1000 Ampere.
10. Die Aufstellung der Spiegelgalvanometer und Elektrometer, mit Skalenbeleuchtung durch Nernstlampen.
11. Die Schalttafel mit den Enden der Verbindungsleitungen nach 10. und mit den Ausschaltern für die Skalenbeleuchtung von 8. und 10. (siehe Ansicht Fig. 8 rechts).
12. Die Zeigerskala für die bei 10. aufgestellten Instrumente. (Auf Ansicht Fig. 8 rechts oben sichtbar.)
13. Hochspannungsanschluß.

Die Projektionslampe ist völlig in den Experimentiertisch eingebaut, so wie die Skizze Fig. 9 erläutert:

Die Diapositive werden auf einen in der Ebene des Experimentiertisches befestigten Rahmen aufgelegt, dann erscheint das Bild hinter dem Vortragenden auf dem Schirm. Horizontalprojektion z. B. für Kraftlinien ist ohne weiteres gegeben: Man entfernt durch einen Griff die oberste der Kondensorlinsen C_2 und erhält so einen gestreckteren Strahlenkegel (Konvergenzpunkt b), der Raum gibt für die zu projizierenden Anordnungen. Stellt man den Spiegel Sp_1 so, daß die Lichtstrahlen nach unten auf eine Ebene gegenüber der Kondensoröffnung C_2 fallen, und setzt an Stelle von C_2 ein langbrennweitiges Objektiv mit Spiegel Sp_2, so erhält man episkopische Projektion. Die ganze Anordnung bewährt sich in jeder Beziehung und ist billig.

Die unter 8. genannten Ampere- und Voltmeter (siehe Ansicht Fig. 8 rechts oben)

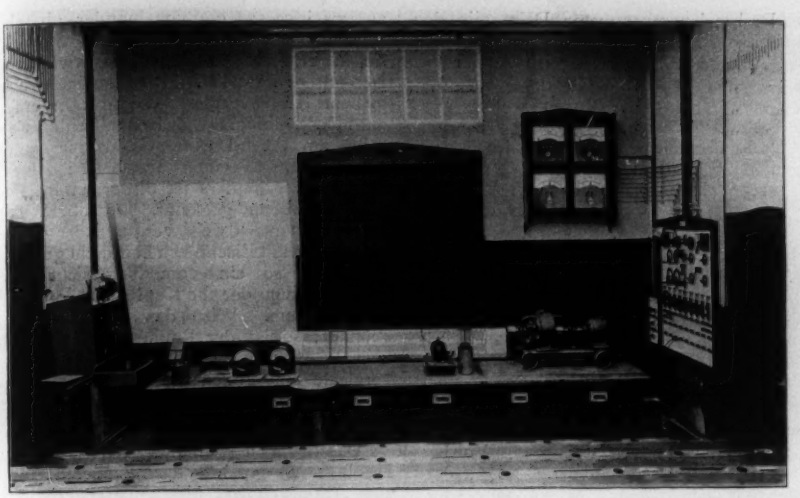


Fig. 8. Vortragsraum des Hörsaales.

sind vortreffliche Demonstrationsinstrumente von Hartmann & Braun, Type DHr mit Glühlampenskalenbeleuchtung, so daß sie auch in der hintersten Reihe des Hörsaales abgelesen werden können.

Es sind gewählt:

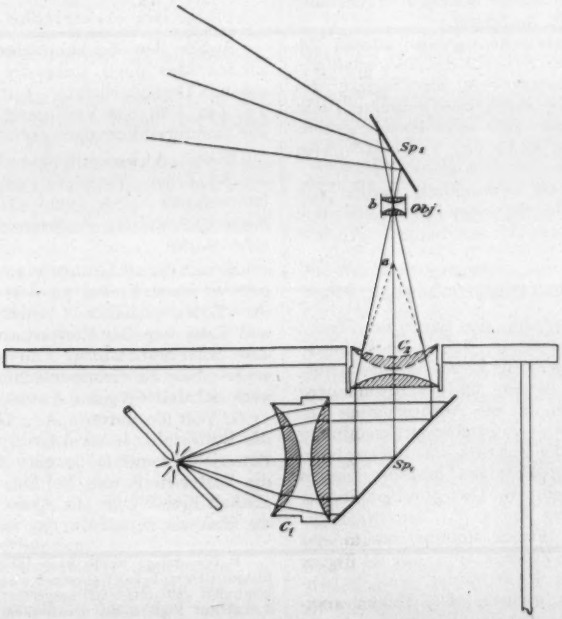


Fig. 9. Schema der Projektionseinrichtung.

1. Drehspulenamperemeter DHra mit den doppelseitigen Meßbereichen:

2,5	Ampere	(1 Skalenteil	= 0,1	Ampere)
12,5	„	(1 „	= 0,5	„)
25	„	(1 „	= 1	„)
50	„	(1 „	= 2	„).

2. Drehspulenvoltmeter DHrv mit den doppelseitigen Meßbereichen:

2,5	Volt	(1 Skalenteil	= 0,1	Volt)
25	„	(1 „	= 1,0	„)
100	„	(1 „	= 4,0	„)
250	„	(1 „	= 10,0	„).

3. Hitzdrahtamperemeter DAra mit den Meßbereichen:

0,5— 2,5	Ampere	(1 Skalenteil	= 0,1	Ampere)
2,5—12,5	„	(1 „	= 0,5	„)
5 —25	„	(1 „	= 1,0	„)
10 —50	„	(1 „	= 2,0	„).

4. Hitzdrahtvoltmeter DArv mit den Meßbereichen:

2— 5	Volt	(1 Skalenteil	= 0,2	Volt)
10— 25	„	(1 „	= 1,0	„)
40—100	„	(1 „	= 4,0	„)
100—250	„	(1 „	= 10,0	„).

Die Meßbereichsumschalter sind auf der Hörsaalschalttafel (Fig. 16) angebracht und gestatten die Umschaltung ohne Stromunterbrechung.

Die Hörsaalverdunklung besorgt ein Elektromotor, der einen lichtdichten Vorhang über das Oberlicht ausbreitet.

Die Abendbeleuchtung wird in sehr gelungener Weise durch zwei Reginabogenlampen von 8 Ampere hinter dem Deckenglase des Oberlichtes, sowie durch das indirekte Licht einer an der Decke über dem Experimentiertisch angebrachten Reihe von 12 Tantallampen besorgt.

Beleuchtung und Verdunklung werden von einer kleinen an der Seite der Projektionslampe angebrachten Schalttafel aus bedient (Ansicht Fig. 8 links).

c) **Das photographische Zimmer** (siehe Planskizze Fig. 5)

ist durch einen Vorraum, also durch zwei Türen von der Galerie getrennt. 1. ist ein Entwicklungstisch mit Spül- und Wässerungskasten, lichtdichten Schiebladen und Vertikalfächern mit Abtropfbecken, für die Aufbewahrung der Entwicklungsschalen. 2. ist eine Deckenöffnung von 40 × 40 cm, die gestattet, das direkte Himmelslicht für Vergrößerungen und dergleichen in Anspruch zu nehmen. Der photographische Raum kommuniziert bei 3 mit dem Nachbarraume durch eine Fensteröffnung, um in das völlig verdunkelte Zimmer zum Zwecke feiner optischer Versuche Lichtstrahlen ohne Nebenlicht einführen zu können. Die Dunkelraumbeleuchtung ist durch eine Fensteranordnung aus zwei ca. 25 cm voneinander abstehenden Einzelfenstern derselben Einteilung bewirkt, wie sie in den übrigen Zimmern verwendet sind. Der untere feste Teil des Außenfensters ist mit gelbem Glase verglast, der des Innenfensters mit Massivrubinglas. Zwischen beiden Fenstern kann am Abend eine Glühlampe entzündet werden. Durch einen Abschluß in der Höhe des ersten Kämpfers ist dieser untere Fensterteil vom oberen getrennt. Der obere Teil des Außenfensters ist weiß verglast, der des Innenfensters ist mit Eisenblech lichtdicht geschlossen. Es bleibt so ein vom Tageslicht erhellter Zwischenraum, der für Kopierzwecke ausgenutzt werden kann. Wird das obere Innenfenster geöffnet, so ist der Raum vom Tageslicht erhellt. Andernfalls gibt nur der rot bezw. gelb verglaste untere Teil Licht herein.

d) **Das Dach.**

Das flach ansgebaute, leicht zugängliche Dach hat an der Brüstung reichlich Steinplatten zum Aufstellen von Instrumenten erhalten. In den Ecken, sowie beim Treppenaufgang sind Anschlüsse an die elektrischen Einrichtungen, an der Treppe auch ein Anschluß an die Hochspannungsleitung vorgesehen. Ein umlegbarer Holzmast von 18 m Höhe ist für Versuche mit drahtloser Telegraphie usw. bestimmt.

5. Die elektrische Anlage.[1])

Außer den Strömen der unter 4a aufgezählten Maschinen steht der Strom des städtischen Dreileiternetzes mit 2 × 220 oder 1 × 440 Volt zur Verfügung, sowie der Strom der Institutsakkumulatorenbatterie.

Diese Akkumulatorenbatterie besteht aus 80 Zellen (Type J6) der Hagener Akkumulatorenfabrik. Sie hat 162 Amperestunden Kapazität und 54 Ampere maximale Entladestromstärke.

Sie ist in 16 Gruppen zu je fünf Zellen abgeteilt, deren Enden zu den Quecksilbernäpfen der Batterieschalter (Ansicht Fig. 10 rechts und links von der Ladeschalttafel) führen. Auf den Batterieschaltern sind auch, leicht auswechselbar, die Gruppensicherungen für 50 Ampere sichtbar. Normalerweise bilden 6 Gruppen = 60 Volt die Batterie A, 4 Gruppen = 40 Volt die Batterie B, je zwei Gruppen = 20 Volt die Batterien C und D, je eine Gruppe = 10 Volt die Batterien E und F. Durch Einsetzen eines „Schalt-Igels“[2]) in die Quecksilbernäpfe kann die Batterie A auf 60, 30, 20, 10, die Batterie

1) Die Anlage wurde nach meinen Entwürfen von der Elektrizitätsgesellschaft Gebrüder Ruhstrat, Göttingen, durchkonstruiert und vortrefflich ausgeführt.

2) Auf Fig. 10 bei der zweiten Batterie (B) herausgenommen und unten aufgestellt.

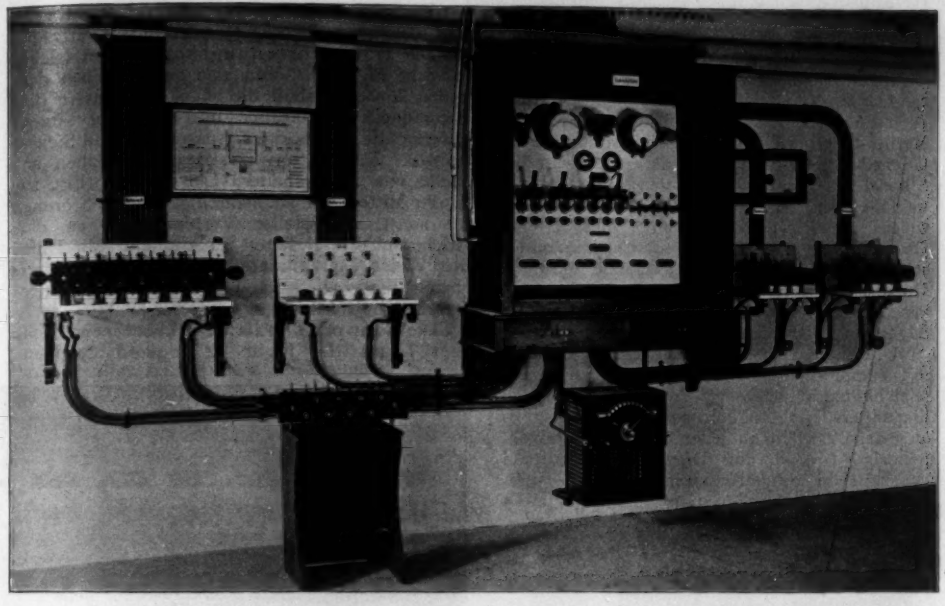


Fig. 10. Batterieschalter und Ladeschalttafel im Schaltraume des Kellergeschosses.

B auf 40, 20, 10, die Batterie C und D auf 20 und 10 Volt gelegt werden, bei entsprechender Steigerung ihrer Stromabgabe.

Die Pole der Batterien endigen in den Stöpsellöchern der unteren Reihe der Ladeschalttafel (Ansicht Fig. 10).

Die beiden Stöpsellöcher der zweiten Reihe von unten bilden die Enden eines Stromkreises: Städtisches Netz, Hauptausschalter (links oben), Amperemeter, Minimumausschalter (Mitte oben), Sicherung, Laderheostat (unten). Nach Verbindung der entsprechenden Stöpsellöcher durch Verbindungsschnüre kann jede Batterie für sich oder die Gesamtheit der Batterien hintereinander aus dem städtischen Netze, auch eine Batterie aus der andern geladen werden. Voltmeter und Voltmeterumschalter (Ansicht oben) gestatten, die Spannung jeder Batterie zu kontrollieren.

Die Reihe der Umschalter in der Mitte der Ladeschalttafel hat folgenden Zweck: Legt man sie, wie in Fig. 10 bei den vier ersten geschehen ist, nach oben, so sind damit die Batterien mit der Hauptverteilungsschalttafel im Maschinenraum verbunden.

Legt man die Umschalter nach unten, so schaltet man damit alle Batterien auf ein Paar Sammelschienen parallel. Das darf natürlich nur mit Batterien geschehen, die zuvor an den Batterieschaltern auf gleiche Spannung gebracht sind. So können von den Sammelschienen bis 500 Ampere bei 20 Volt, bis 1000 Ampere bei 10 Volt abgenommen werden. Anschlüsse durch 400 mm² Kupferschienen an diese Starkstromsammelschienen hat im Erdgeschoß das Praktikum (Fig. 4, 2) und das benachbarte Laboratorium (Fig. 4, 2), im Obergeschoß der Hörsaal (Fig. 5, 9) und das Vorbereitungszimmer (Fig. 5, 2).

Die Stromverteilungsanlage für die Niederspannungsquellen soll ermöglichen, mit einem möglichst geringen Aufwand an Leitungsmaterial jede der vorhandenen Stromquellen an jede der in den Arbeitsräumen verteilten Arbeitsstellen möglichst einfach und betriebssicher anzuschließen. Auch soll jede Arbeitsstelle mit jeder anderen untereinander verbunden werden können.

Das Prinzip, nach dem das erreicht wird, ist dasselbe, wie es bei großen Telephonzentralen üblich ist: Nebenämter fassen die Teilnehmer zu Gruppen zusammen, das Hauptamt vermittelt die Verbindung der Nebenämter untereinander. Also: die in jedem Zimmer befindliche Zimmerschalttafel vermittelt den Anschluß der in das Zimmer geführten Quellen an die im Zimmer verteilten Arbeitsklemmen. Sechs geeignet verteilte Gruppenschalttafeln

(Gr. I—VI auf den Grundrissen Fig. 3, 4, 5) vereinigen die Zuführungen mehrerer Zimmer zu Gruppen. Die Hauptverteilungsschalttafel im Maschinenraum vereinigt die Zuführungen zu den Gruppenschalttafeln und enthält auch die Enden sämtlicher Stromquellen. Die Verbindungen selbst werden durch Schnüre mit federnden Messingstöpseln vollzogen, die in die Stöpselöffnungen der Drahtenden auf den Schalttafeln eingesteckt werden. Diese Verbindungsweise hat sich an einer von Professor Des Coudres 1898 konstruierten Experimentierschalttafel (derselben, die jetzt mit geringen Umänderungen im Hörsale benutzt wird) durchaus bewährt, so daß sie im neuen Institute allgemein durchgeführt worden ist.

Die Enden entsprechender Leitungen sind mit entsprechenden Nummern bezeichnet, bei Gleichstrom ist stets die gerade Zahl der +-Pol, die ungerade der —-Pol; auf der Hauptverteilungsschalttafel ist an jedem Drahtende die zugehörige Gruppe, auf der Gruppenschalttafel das zugehörige Zimmer vermerkt. Weiße Zelluloidschildchen an den Drahtenden gestatten außerdem, mit Bleistift Notizen anzumerken.

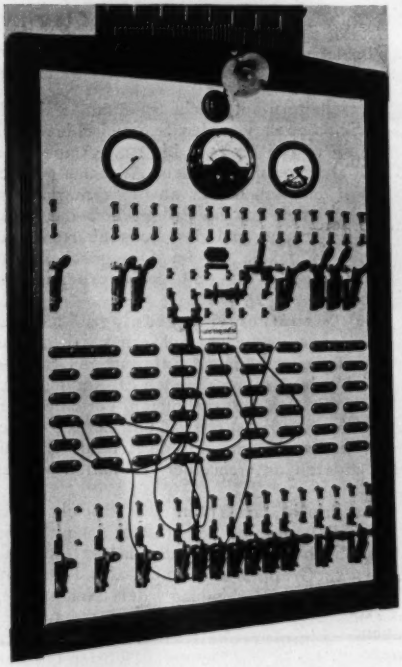


Fig. 11. Hauptverteilungsschalttafel.

Es wurde durchgängig 10 mm² Draht verlegt, der eine Belastung bis 50 Ampere verträgt.

Die Hauptverteilungsschalttafel (siehe Ansicht Fig. 11). Von den sechs Reihen der Stöpsellöcher enthält die obere und untere die Stromquellen. Darüber und darunter sitzen jeweilig die zugehörigen Ausschalter und Sicherungen. Nur Batterie A, B und C haben an Stelle von Ausschaltern Umschalter (Fig. 10 in der Mitte), um sie schnell und ohne Störung für sonst hergestellte Verbindungen an die Hörsaalschalttafel legen zu können. Mit Hilfe des Weicheisenvoltmeters und der Voltmeterumschaltung oben kann die Spannung jeder Stromquelle kontrolliert werden.

Die Gruppenschalttafeln sind meist nach dem Typus der Figur 12 angeordnet, oben

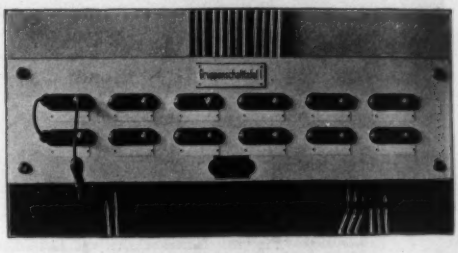


Fig. 12. Gruppenschalttafel.

die zur Hauptverteilungstafel führenden Klemmen, unten die zu den Zimmerschalttafeln führenden.

Die Zimmerschalttafeln sind meist nach dem Typus der Figur 13 eingerichtet. In

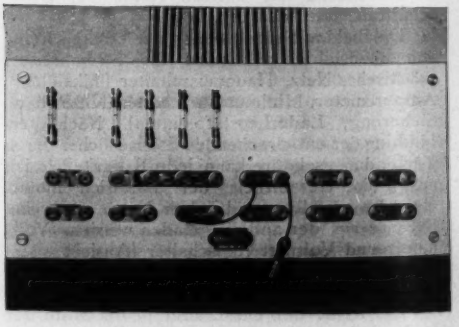


Fig. 13. Zimmerschalttafel.

der oberen Reihe entspringen die Stromquellen; und zwar liegt in jedem Zimmer dauernd die städtische Spannung mit 220 Volt, sowie eine der Batterien E oder F mit 4 Drähten, wie in Skizze Figur 14, so daß 2, 4, 6, 8, 10 Volt mit 50 Ampere stets zur Verfügung sind. Diese Quellen sind auf der Schalttafel gesichert.

Fig. 14.

Im übrigen hat jedes Zimmer 2 bis 4 Verbindungspaare zu den Gruppenschalttafeln. Im Praktikum ist die Zimmerschalttafel gleichzeitig Gruppenschalttafel für das benachbarte Laboratorium. In beiden Räumen, sowie im Direktorlaboratorium haben die Zimmerschalttafeln eine besondere Ausstattung mit Rheostaten, Maximum- und Minimumausschalter, sowie einigen freien Ausschaltern erhalten (vgl. Ansicht Fig. 15), deren Enden in einer mittleren Stöpsel-

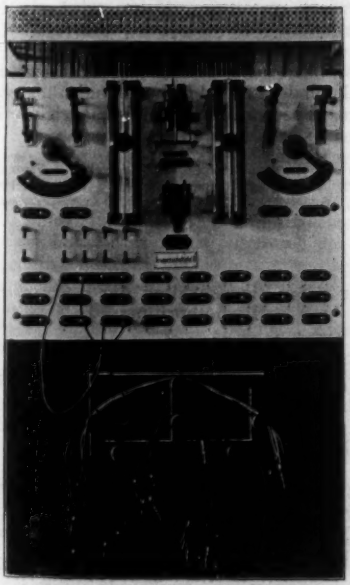


Fig. 15. Schalttafel im Praktikum.

lochreihe liegen, so daß sie ohne weiteres in die Experimentierschaltungen mit einbezogen werden können.

Besonders reich ist in dieser Hinsicht die Hörsaalschalttafel (siehe Ansicht Fig. 16) ausgestattet. Sie enthält an Stromquellen in der oberen Reihe (mit Sicherungen und Aus-

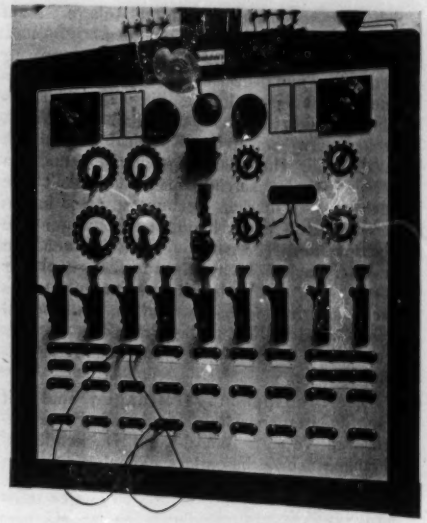


Fig. 16. Hörsaalschalttafel.

schaltern) ohne weiteres $2 \times 220 = 1 \times 440$ Volt von dem städtischen Netze. Batterie A, B, C nach dem Umlegen der erwähnten Umschalter an der Hauptverteilungsschalttafel, Batterie E mit je zwei Stöpsellöchern für jede der vier Drähte, die 2, 4, 6, 8, 10 Volt liefern, ferner drei Paar Verbindungen zur Hauptverteilungsschalttafel. In der unteren Reihe liegen die Verbindungen zu den Experimentierklemmen am Hörsaaltische und zu der Zimmerschalttafel im Vorbereitungszimmer. In der mittleren Reihe endigen: ein regulierbarer Maximumausschalter, ein Minimumausschalter, ein Kurbelrheostat bis 200 Ohm und 20 Ampere Belastbarkeit, ein Kurbelrheostat bis 10 Ohm und 100 Ampere Belastbarkeit, ein Rheostat von 18 Ohm und 10 Ampere Belastbarkeit, zwei freie Ausschalter, das unter 4b erwähnte Demonstrations-Gleichstromamperemeter und das entsprechende Hitzdrahtamperemeter. Auf der Schalttafel oben sitzen außerdem Ampere- und Voltmetermeßbereichsschalter mit Schaltungsskizzen, die Rheostatenkurbeln und der Voltmeterumschalter. Diese Schalttafel ist, wie schon erwähnt, von Prof. Des Coudres konstruiert und hat schon acht Jahre im alten Institute gedient. Es ist eine Freude, wie sicher und schnell sich damit die kompliziertesten Experimente schalten lassen.

Alle großen Schalttafeln sind in durchgehende Wandnischen gesetzt, so daß sie von hinten jederzeit zugänglich sind.

Auf allen Schalttafeln sowie in der ganzen Anlage ist reichlich für Reserven gesorgt. Ein

Schaltungsschema der gesamten Anlage ist auf der angehängten Tafel IV gegeben.

Für die Verteilung der Hochspannung dient eine nach demselben Prinzip angeordnete Verteilungsschalttafel, die wegen der Berührungsgefahr in einer verschließbaren Wandnische untergebracht ist (Ansicht Fig. 6 hinten links). Alle Hochspannungsleitungen endigen hier und werden durch Stöpselschnüre mit den Hochspannungsquellen verbunden. So haben stets nur die gerade benutzten Leitungen die Hochspannung. Hochspannungsanschlüsse haben im Obergeschoß (siehe Grundriß Fig. 5) der Hörsaal (43), das Vorbereitungszimmer (3), das Dach, das Direktorlaboratorium; im Erdgeschoß (siehe Grundriß Fig. 4) das Praktikum (7), das benachbarte Laboratorium (3) und das Assistentenzimmer (2).

Die Hochspannungsleitungen sind mit 1 mm² Guttaperchadraht frei auf Porzellanisolatoren verlegt. Wand- und Deckendurchführungen, sowie besonders exponierte Stellen sonst sind in gummiisoliertem Hochspannungskabel verlegt.

An Hochspannungsquellen steht außer der 20 PS-Hochspannungsdynamo zur Verfügung der unter 4a Nr. 19 erwähnte, von Prof. Des Coudres konstruierte Glasplattenkondensator. Er wird nach einer von Prof. Des Coudres erdachten Anordnung in folgender Weise auf hohe Spannung geladen: die Primärspule eines Induktionsapparates wird mit Wechselstrom betrieben. Die Sekundärspule wird durch einen synchron mit dem Betriebswechselstrom arbeitenden Hochspannungskontaktmacher mit der Kapazität verbunden. Wenn die Phase des Kontaktmachers richtig gewählt wird, ist die Kapazität stets nur zu Zeiten eines Maximums der Sekundärspannung mit dem Induktorium verbunden, wird also nach einigen Kontakten auf diese Maximalspannung aufgeladen. Wenn man ihr dann die Elektrizität nur in schwachem Strome entzieht, bildet sie eine konstante Hochspannungsquelle. Der Kontaktmacher wird am besten mit der Wechselstrommaschine direkt gekoppelt. Die ganze Anordnung leistet für viele Zwecke sehr gute Dienste.

Telephonkabel: Im Schaltraum aufgestellt ist ein 500 m langes Telephonkabel mit 60 Doppeladern, deren Enden in das darüber liegende Praktikum (siehe Grundriß Fig. 4, 5) geführt sind.[1]) Dort können die ganzen Adern in einfacher Weise zu einer 60 km langen Einfachleitung, oder einer 30 km langen Doppelleitung aus 0,7 mm Kupferdraht hintereinander geschaltet werden, auch können mit einem Handgriff in Abständen von 1,5 km Pupinsche Selbstinduktionsspulen eingeschaltet werden, um die dadurch erreichte Übertragungsverbesserung zu demonstrieren.[1]) Das Kabel wird zum Studium der mannigfaltigen Kabelleitungs-Probleme im Praktikum und in der Vorlesung benutzt. Es ist auf eine eisenfreie Holztrommel von 150 cm Länge und 60 cm Durchmesser in 4 Lagen von je 52 Windungen aufgewickelt. Da der Draht wenigstens mit 2 Ampere dauernd belastet werden kann, so ist es mit der Kabelspule möglich, in dem zylindrischen Innenraum ein magnetisches Feld von 300 bis 400 cgs Einheiten zu erzeugen.

1) Das Kabel ist ein hochherziges Geschenk der Firma Felten & Guilleaume, Karlswerk, Mülheim a. Rh., der auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

6. Schluß.

Jeder Institutserbauer ist stolz auf sein schmuckes wissenschaftliches Heim. Denn es ist ja ein Stück seiner Seele mit hineingebaut, mag er auch noch so sehr bemüht gewesen sein, objektiv das Beste zu schaffen, was der Stand der Wissenschaft (und der Stand der Finanzen) gestattete. Daher wird ein Nachfolger stets dies und jenes anders wünschen, wie es der Vorgänger eingerichtet hatte.

Möchten meine Nachfolger nicht allzuviel zu tadeln finden! Und vor allem: möchte eines guten wissenschaftlichen Geistes reicher Segen in dem neuen Institute walten!

1) Die Pupinspulen mit Schalteinrichtung verdankt das Institut dem Entgegenkommen der Firma Siemens & Halske, A.-G., Wernerwerk.

(Eingegangen 9. April 1906.)

Über einige Eigenschaften der α-Strahlen des Radiothoriums. I.

Von O. Hahn.

In einer früheren Mitteilung[1]) habe ich die Methoden zur Abscheidung und die radioaktiven Eigenschaften einer stark aktiven Substanz beschrieben, die Radiothorium genannt wurde, und die aus dem Ceylonmineral Thorianit stammte. Es wurde gezeigt, daß Radiothorium wahrscheinlich ein langsames Umwandlungsprodukt des Thoriums vorstellt, das wohl selbst inaktiv ist, daß also Radiothorium in der Mitte liegt zwischen Thorium und Thorium X.

Radiothorium besitzt in einem hohen Maße alle die radioaktiven Eigenschaften des Thoriums; es gibt Veranlassung zur Bildung von Thorium-X, der charakteristischen Emanation und schließlich des „aktiven Beschlags".[2]) Wegen

1) Jahrbuch d. Radioaktivität u. Elektr. **2**, 233, 1905.

2) Im folgenden wird der Ausdruck „aktiver Beschlag" an Stelle des bisher üblichen „induzierte Aktivität" als Übersetzung des englischen „active deposit" angewandt. Aktivität bedeutet eine Eigenschaft und nicht eine Substanz. Der

seiner hohen Aktivität eignet sich Radiothorium zu einer Untersuchung der Strahlungen bei weitem besser als das schwach aktive gewöhnliche Thorium.

Vorliegende Mitteilung beschäftigt sich mit der Untersuchung der folgenden Punkte.

1. Durchdringungsvermögen der α-Strahlen des aktiven Beschlags in Luft gemessen mit Hilfe der „Szintillationsmethode" und der elektrischen, wie sie von Bragg und Kleeman eingeführt wurde.

2. Beweis, daß das Produkt, das bis jetzt als Thorium *B* bezeichnet wurde, komplexer Natur ist und aus zwei verschiedenen α-Strahlenprodukten besteht mit verschiedenem Durchdringungsvermögen für Luft und andere Stoffe.

3. Magnetische und elektrostatische Ablenkung der α-Partikel des aktiven Beschlags (vorläufige Mitteilung).

Stärke der Aktivität des Radiothoriums.

Bevor wir zur Besprechung der Eigenschaften der α-Strahlen übergehen, sollen kurz einige Messungen erwähnt werden, die Stärke des für die vorliegenden Versuche benutzten Radiothoriumpräparats zu bestimmen. Die erste Methode war die, wie sie schon in der früheren Mitteilung angegeben war, nämlich die Emanation einer bekannten Menge Radiothorium mit der einer bekannten Menge Thoriumnitrats direkt zu vergleichen unter soweit als möglich ähnlichen Bedingungen.

10 g reines Thoriumnitrat wurden in 35 ccm Wasser gelöst, und die Emanation gemessen, indem ein konstanter Luftstrom durch die Lösung in ein Meßgefäß geblasen wurde, das mit einem Elektrometer verbunden war. Die Geschwindigkeit des Nadelausschlags gab ein Maß für die Emanationsmenge. Hiermit verglichen wurde $^1/_{10}$ mg Radiothorium in 35 ccm Wasser, dem zur Erreichung ähnlicher Konzentrationsverhältnisse 10 g reines, nicht radioaktives Kochsalz zugesetzt waren. Das $^1/_{10}$ mg war erhalten worden durch stufenweise Verdünnung einer Auflösung von 2,7 mg Radiothorium und Entnahme des $^1/_{10}$ mg entsprechenden Volumens. Die Aktivität des erwähnten Präparats war vom Verfasser in London als über 200000 bestimmt worden. Unter den diesmal ausgeführten besseren Vergleichsbedingungen wurde die Stärke des $^1/_{10}$ mg zu den 10 g Thorium als ungefähr 1,5 : 1 gefunden, was anzeigte, daß das benutzte Präparat etwa 150000mal mehr Emanation abgab, als eine gleiche Menge Thorium. Die Größenordnung war also die erwartete; immerhin scheint das Resultat zu zeigen, daß die Proportionalität von Emanationsmenge, die abgegeben wird, und Gewicht nicht konstant bleibt für sehr große Konzentrationsunterschiede in der Aktivität.

Eine zweite Methode zur Bestimmung der Stärke der Aktivität war ein Vergleich der γ-Strahlen des Radiothoriums mit denen einer größern Menge gewöhnlichen Thoriums. Ein quantitativer Vergleich wurde liebenswürdigerweise von Mr. Eve ausgeführt, der im selben Institut tätig ist; er benutzte ein sehr empfindliches Elektroskop, das mit einer hinreichend dicken Bleischicht umgeben war, um alle β-Strahlen zu absorbieren. Mr. Eve verglich 1 kg reines Thoriumnitrat mit ungefähr 10,9 mg Radiothorium, von dem der Verfasser früher auf Grund einer indirekten Stärkebestimmung angenommen hatte, es sei etwa $2^1/_2$mal so stark aktiv als die vorher erwähnten 2,7 mg. Es wurde nun gefunden, daß die beiden Präparate von gleicher Größenordnung waren, und zwar wurde für die 10 mg eine Stärke von etwa 130000 gefunden.

Da somit die beiden zur Verfügung stehenden Radiothorpräparate eine geringere Aktivität aufwiesen — allerdings in verschiedenem Grade — als früher beobachtet wurde, so unternahm ich von neuem eine Untersuchung, ob Radiothorium an Aktivität abnimmt oder nicht. Zwei äußerst feine Schichten von Radiothorium, jede ungefähr $^1/_{1000}$ mg Radiothor enthaltend, wurden erhalten durch Eindampfen der entsprechenden Lösungen auf flachen Uhrschälchen und ihre Aktivität von Zeit zu Zeit gemessen. Es konnte eine langsame Abnahme der Stärke beobachtet werden, die aber scheinbar nicht über das Maß hinausgeht, was Eve mit sehr feinen Schichten Radiums fand, wenn sie unter ähnlichen Bedingungen aufbewahrt werden. In jüngster Zeit habe ich eine neue Probe Radiothorium auf ein Uhrschälchen gebracht, es mit einer dünnen Schicht Glimmer bedeckt und diesen luftdicht angewachst. Unter solchen Bedingungen konnte Eve bei geringen Radiummengen nicht eine Spur einer Abnahme der Aktivität erkennen. Es wird daher auf diesem Weg gelingen, bald zu erkennen, ob das Radiothorium allmählich seine Stärke verliert.

Frühere Versuche führten zu dem Schluß, daß die α-Aktivität des Thoriums von vier verschiedenen Produkten herrührt. Radiothorium, Thorium *X*, Emanation und Thorium *B*, während das Thorium selbst wahrscheinlich, und das Thorium *A* sicher „strahlenlos" sind.

Um die Untersuchung der α-Strahlen mit einem einfachen aktiven Produkt zu beginnen, wurde es für sehr zweckmäßig erkannt, den aktiven Beschlag an einem dünnen Kupferdraht zu sammeln, indem man diesen negativ elektrisch geladen der Emanation aussetzt, nach der Methode, wie sie von Rutherford für Radium ange-

Ausdruck induzierte Aktivität zur Bezeichnung einer Substanz angewandt, gibt daher ein unrichtiges Bild.

wendet wurde. Beim Thorium ist es nicht nötig, es im gelösten Zustande zu verwenden, da ungeglühtes Thoriumoxyd oder -Carbonat auch im festen Zustande stark emanieren. Die 10 mg Radiothorium befanden sich am Boden eines kleinen Messingzylinders. Ein dünner Kupferdraht wurde in dem Zylinder durch einen isolierenden Stopfen derart befestigt, daß sein Ende gerade über das Radiothoriumpräparat ragte. Der Draht wurde mit Hilfe der Lichtleitung auf 110 Volt negativ geladen und sammelte den aktiven Beschlag an. Nach etwa $2^1/_2$ Tagen ist radioaktives Gleichgewicht erreicht, und der Draht ist stark radioaktiv; er entlädt ein Elektroskop unmittelbar und ruft auf lichtempfindliche Schirme deutliche Leuchtwirkung hervor.

Szintillationsmethode.

Um das maximale Durchdringungsvermögen der α-Partikeln des Thorium *B* für Luft zu bestimmen, wurde als erste Methode die Beobachtung des Szintillierens angewandt. Ein kleiner Zinksulfidschirm aus Glas wurde senkrecht unter dem aktivierten Draht angebracht. Der Draht befand sich auf einem kleinen Tischchen, das durch Auf- und Abwärtsbewegen in senkrechter Richtung in jede gewünschte Entfernung vom Schirm gebracht werden konnte. Solange sich der Schirm innerhalb des Ionisationsbereiches der α-Strahlen befindet, ist das Szintillieren mit Hilfe einer Lupe ohne Schwierigkeit zu sehen. Allerdings ist es notwendig, daß sich das Auge an die Dunkelheit gewöhnt hat. Jenseits des Ionisationsbereichs verschwindet das Szintillieren, und zwar ist die Grenze ziemlich scharf abgegrenzt. Der Maximalbetrag, bei dem das Szintillieren noch eben zu sehen war, war 8,3 cm; 8 cm zeigte die Wirkung noch ganz deutlich.

Das Resultat zeigt auf den ersten Blick, daß die α-Strahlen des aktiven Beschlags von Thorium noch durchdringender sind, als die durchdringendsten α-Strahlen des Radiums, als welche Bragg und Kleeman diejenigen des Radiums *C* erkannten. Zum Vergleiche wurde etwas Radium *C* an einem dünnen Kupferdraht gesammelt und dessen Ionisationsbereich nach derselben Methode bestimmt. Es ergab sich 6,8 cm, dasselbe was Rutherford[1]) fand, als er dieselbe Methode anwandte, während Bragg und Kleeman[2]) nach der elektrischen Methode 7,06 cm fanden. Es möge schon hier erwähnt werden, daß die elektrische Methode zur Bestimmung des Maximalionisationsbereichs der α-Partikeln etwas empfindlicher zu sein scheint, als die oben erwähnte optische.

1) Phil. Mag. Juni 1905; Januar 1906.
2) Phil. Mag. Dez. 1904; Sept. 1905.

Mc. Clung[1]) benutzte Braggs Methode, um die Ionisationskurve des Radiums *C* zu bestimmen, und bedeckte dann seinen aktivierten Draht mit dünnen Schichten Aluminiumfolie, um zu sehen, ob der Ionisationsbereich der α-Partikeln proportional der Anzahl der verwandten Folien abnahm. Er fand, daß eine Schicht Aluminiumfolie, etwa 0,00031 cm dick, ungefähr 0,51 cm Luft entspricht; Rutherford hatte etwa 0,53 gefunden für dieselbe Substanz. Dasselbe Resultat wurde in unserm Falle nach der Szintillationsmethode erhalten. Verschiedene Schichten Aluminiumfolien wurden über den aktiven Draht gelegt, und der Maximalbereich der Ionisation von neuem bestimmt. Kolumne I der Tabelle gibt die Anzahl der verwandten Schichten, II gibt die Entfernung, bei der die Szintillationen noch deutlich waren, III gibt die Dicke der Luftschicht, die jedesmal einer Schicht Folie entspricht:

I.	II.	III.
0	8	
1	7,5	0,50
3	6,75	0,515
7	4,1	0,55
9	3,05	0,55
11	2,15	0,53
13	1,10	0,53
14	0,7	0,52
		Mittel 0,53

Man sieht, daß die Werte in Kolumne III ungefähr konstant sind. Die einzelnen beobachteten Werte, die II angibt, schwanken zwar ziemlich, doch kommt das daher, daß die Aluminiumfolien nicht ganz gleichmäßig dick sind, daher manchmal einer größeren, manchmal einer kleineren Luftschicht entsprechen.

Eine weitere Reihe von Beobachtungen wurde mit verschiedenen Schichten unechten Blattgoldes gemacht, und auch hier waren die Resultate in guter Übereinstimmung. Für manche Zwecke ist es sehr angenehm, ein Mittel an der Hand zu haben, den Durchdringungsbereich der α-Partikeln um ein beliebiges Maß herabzudrücken, und für diesen Zweck sind die erwähnten Messungen ausgeführt worden. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wurde auch noch der Betrag von Luft bestimmt, der einer dünnen Glimmerplatte äquivalent ist, was das Durchdringungsvermögen der α-Partikeln angeht. Diese Glimmerplättchen haben den großen Vorzug, Emanationen vollständig zurückzuhalten, während Metallfolien immer porös und daher zu diesem Zwecke nicht geeignet sind.

Die oben beschriebene Szintillationsmethode zur Untersuchung des Durchdringungsvermögens der α-Partikel kann mit Vorteil angewandt werden, wenn es sich um ein einheitliches Pro-

1) Phil. Mag. Jan. 1906.

dukt handelt, wie Radium *C*, oder wenn man nur die durchdringendsten von einer Anzahl verschiedener Strahlen beobachten will. Die Methode gibt keinen Aufschluß über α-Strahlen, die ein geringeres Durchdringungsvermögen besitzen; auch gibt sie keinen Aufschluß darüber, ob man es überhaupt mit einem einheitlichen oder komplexen Strahlenbündel zu tun hat. Im vorliegenden Falle war es von besonderem Interesse, zu erkennen, ob nur Thorium-*B* anwesend war, oder noch etwas anderes, z. B. Aktinium *B*. Das letztere würde dann von Aktinium in dem Radiothorpräparat herstammen und anzeigen, daß letzteres nicht rein war im radioaktiven Sinne. Allerdings sprach für diese Annahme nur wenig Wahrscheinlichkeit, da bei der Untersuchung der Zerfallskurven der Emanation und des aktiven Beschlags sich die Gegenwart von Aktinium nicht hatte erkennen lassen. Immerhin mußte dieser Punkt noch einmal geprüft werden, und zu diesem Zwecke machte ich Gebrauch von der Methode von Bragg und Kleeman[1]), die mit soviel Erfolg eine vollständige Analyse der α-Partikeln aus den verschiedenen Produkten des Radiums ausführten.

Der von mir benutzte Apparat war dem Bragg und Kleemans und dem Mc. Clungs sehr ähnlich. Ein geräumiger Metallkasten enthielt in seinem oberen Teil zwei parallele Metallscheiben, zwischen denen die Ionisation gemessen werden sollte. Die obere Scheibe bestand aus einem massiven Stück Zinkblech, das mit dem einen Quadrantenpaar eines Dolezalekelektrometers verbunden war, dessen anderes Paar zur Erde abgeleitet war. Die untere Scheibe bestand aus Zinkgaze, befand sich 0,5 cm von der oberen Zinkplatte entfernt und wurde mit Hilfe einer Akkumulatorenbatterie auf ein hinlänglich hohes Potential geladen, um Sättigungsstrom zu erzielen. Um jedes Entweichen der Elektrizität von der unteren Zinkscheibe nach der oberen Platte zu verhindern, war die letztere mit einem Schutzring umgeben, der zur Erde abgeleitet war. Die Quelle der radioaktiven Strahlung, der aktivierte Draht, befand sich ebenfalls innerhalb des Metallkastens auf einem kleinen Tischchen senkrecht unter den beiden Metallscheiben.

Um ein gut charakterisiertes Strahlenbündel zu erhalten, wurde der aktivierte Draht in mehrere kurze Stückchen zerschnitten und diese in eine kleine Vertiefung eines massiven Zinkblocks gelegt. Auf diesen Zinkblock konnte ein anderes Stück Zink aufgesetzt werden, das etwa 0,5 cm dick war. Es hatte in der Mitte ein kreisrundes Loch, etwa 0,3 cm im Durchmesser, und die Öffnung paßte gerade über die Vertiefung, in der sich der radioaktive Draht befand. Das Tischchen, auf dem sich diese Anordnung befand, konnte beliebig senkrecht auf- und abgedreht werden, zu jeder gewünschten Entfernung von den Scheiben. Diese waren groß genug, den ganzen Querschnitt des aus der Zinköffnung heraustretenden Strahlenbündels aufzufangen.

Die Messungen der Ionisation in der „Meßkammer" wurden für die verschiedensten Entfernungen der Strahlenquelle von der Kammer ausgeführt. Die Geschwindigkeit des Ausschlags der Elektrometernadel war ein Maß für die Stärke der Ionisation.

In den Figuren bedeuten die Ordinaten den Abstand der Strahlenquelle von der Zinkgaze, die Abszissen die Größe der Ionisation in willkürlichem Maße, das aber für beide Figuren dasselbe ist. Fig. 1 zeigt die Kurve, wie sie von einem aktivierten Drahte erhalten wurde, der drei Tage lang der Thoriumemanation ausgesetzt war, sich also im radioaktiven Gleichgewicht befand. Das erhaltene Resultat war höchst unerwartet.

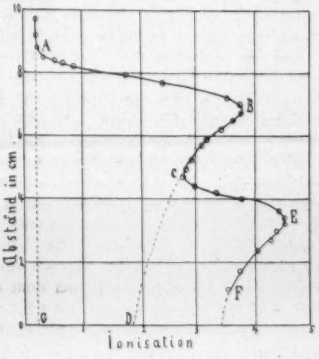


Fig. 1.

Man sieht, daß die Kurve aus zwei wohlunterschiedenen Teilen besteht. Wenn der Teil *BC* der Kurve nach unten verlängert wird, bis er die *X*-Achse schneidet, so stellt *ABCD* eine Kurve vor, wie man sie für die α-Strahlen einer einheitlichen Substanz in feiner Schicht erwarten sollte. Kurven, die dieser sehr ähnlich sind, wurden von Bragg und Kleeman für die α-Strahlen eines dünnen Radiumfilms erhalten, solange dieses in seiner Minimumaktivität sich befand, und Mc. Clung erhielt eine ähnliche für die Strahlen des Radiums *C*. Die plötzliche Umkehr der Kurve bei *C* zeigt an, daß bei dieser Entfernung eine neue Strahlenart in die Meßkammer eintritt.

Die komplexe Kurve zeigt also an, daß der aktive Beschlag an dem Draht zwei ver-

1) l. c.

schiedene Arten von α-Partikeln mit verschiedenem Durchdringungsvermögen für Luft aussendet, also aus zwei verschiedenen α-Strahlenprodukten besteht. Die Tatsache, daß die Ionisation, die durch GD dargestellt wird, ungefähr gleich ist der von DF, zeigt an, daß eine gleiche Anzahl von α-Partikeln in der Sekunde von diesen beiden Produkten ausgesendet wird, ein Resultat, das zu erwarten ist, wenn sie in ursächlichem Zusammenhang stehen und miteinander im radioaktiven Gleichgewicht sich befinden.

Es möge hier Erwähnung finden, daß es für exakte Messungen notwendig ist, eine Korrektion anzubringen für die Abnahme der Aktivität während der Zeit des Versuchs. Da der aktive Beschlag des Thoriums in 10,6 Stunden auf den halben Wert fällt, so hat man nach einer Stunde bereits eine Abnahme von etwa 6,5 %. Diese Korrektion für die Änderung der Intensität während des Versuchs ist gewöhnlich nur klein und ist leicht auszuführen.

Die Kurve zeigt, daß die Ionisation der α-Strahlen bei einer Entfernung von 8,6 cm von der Strahlenquelle beginnt. Jenseits dieses Abstands ist die Kurve ungefähr eine vertikale Linie, und die Ionisation für diesen Teil rührt von den β- und γ-Strahlen und von der Aktivität des Kastens und der Luft her. Unterhalb 8,6 cm nimmt der Strom in der Ionisationskammer sehr schnell zu, erreicht ein Maximum bei 6,8 cm und nimmt dann ab bis zu 5,0 cm[1]), wo dann die α-Partikeln des zweiten Produkts ihre Wirkung zu der des ersten addieren.

Würden die α-Partikeln alle aufhören, die Luft zu ionisieren, nachdem sie eine bestimmte Entfernung darin zurückgelegt haben, so sollte der Teil AB der Kurve, wenn sie mit einer niedrigen Ionisationskammer und einem engen Strahlenbündel erhalten worden wäre, nahezu eine horizontale Linie sein. In den Versuchen wurde indessen ein ziemlich weites Strahlenbündel und eine 0,5 cm hohe Ionisationskammer verwandt. Wäre das Strahlenbündel enger und die Kammer niedriger gewesen, so würde der elektrische Effekt verringert, die Fehler in den Messungen daher vergrößert worden sein. Unter den experimentellen Bedingungen ist es also nicht unerwartet, daß AB eine beträchtliche Neigung zu der Abszissenachse hat. Bei Verwendung eines Zinkblocks von 0,8 cm Höhe an Stelle von 0,5, wie er für die Figur verwandt war, war die Neigung der Kurve nach unten weniger ausgesprochen, und der Punkt der größten Ionisation lag 3 mm höher.

Das Geringerwerden der Ionisation unterhalb 6,8 cm zeigt an, daß der α-Strahl gegen Ende seiner Bahn ein besserer Ionisator ist, als am Anfang, wo seine Geschwindigkeit noch nicht durch den Durchgang durch die Luft herabgedrückt ist. Ein ähnlicher Effekt wurde von Bragg und Kleeman und von Mc. Clung für die Radium-α-Partikeln beobachtet.

Die Ionisationskurve CEF, die von den Strahlen des zweiten Produkts herrührt, ist in der Form der Kurve ABC sehr ähnlich. Unterhalb 5,0 cm nimmt die Ionisation sehr schnell zu, geht bei 4.4 cm durch ein Maximum und wird dann wieder schwächer.

Wie bereits angegeben wurde, läßt die gleichstarke Ionisation, die von den beiden α-Strahlenprodukten herrührt, vermuten, daß die Produkte in ursächlichem Zusammenhange stehen. Immerhin war aber der Nachweis zu führen, daß nicht etwa eines der beiden Produkte einer Verunreinigung im Radiothorium seine Entstehung verdankte, wie z. B. der Gegenwart von Aktinium. Wenn man sich daran erinnert, daß der aktive Beschlag des Aktiniums — halber Wert in 36 Min. — sehr schnell zerfällt, wenn man ihn mit dem des Thoriums vergleicht — halber Wert in 10,6 Stunden —, so erkennt man leicht zwei einfache Methoden, um definitiv nachzuweisen, ob die beobachtete Form der Ionisationskurve durch die Gegenwart von Aktinium B zu erklären ist.

Versuch I.

Ein Draht wurde der Emanation des Radiothoriumpräparats für drei Stunden ausgesetzt. Nach dieser Zeit hat der aktive Beschlag von Aktinium sein Maximum erreicht, während der des Thoriums erst einen kleinen Teil seines Maximalbetrags erlangt hat. Unter solchen Bedingungen müßte die Ionisation, die von Aktinium B herrührt, stark vorherrschen.

Versuch II.

Ein Draht wurde dem Radiothorium drei Tage lang ausgesetzt, um den aktiven Beschlag des Thoriums im radioaktiven Gleichgewicht zu erhalten — und natürlich den des Aktiniums auch. Der Draht wurde dann von der Emanation entfernt und vier Stunden später geprüft. Nach dieser Zeit muß die von Aktinium B herrührende Aktivität verschwunden sein, und die Ionisationskurve kann nur noch von dem aktiven Beschlag des Thoriums allein herrühren.

Unter der Voraussetzung also, daß das eine

1) Die tatsächliche Entfernung, bei der die Ionisationskurve wieder deutlich nach rechts zu verlaufen beginnt, ergibt sich aus der Figur zu 4,7 cm. Man erkennt aber deutlich, daß schon oberhalb dieses Punktes die α-Strahlen des zweiten Produktes in Wirkung treten, um nämlich den nach rückwärts verlaufenden Ast der Kurve wieder umzubiegen. 5,0 cm ist daher wohl sehr nahe der richtige Wert.

In der englischen Übersetzung dieser Arbeit, die im Phil. Mag. erscheint, ist irrtümlicherweise 4,7 cm angegeben worden.

der beiden α-Produkte Aktinium B war, sollte die Ionisationskurve in einem Falle hauptsächlich von den Strahlen, die über 8,6 cm gehen, herrühren, im anderen Falle von denen 5,0 cm. Kein solches Resultat wurde indessen erhalten; den experimentellen Befund zeigt Fig. 2, Kurve I und II.

I wurde von Versuch I, II von Versuch II erhalten.

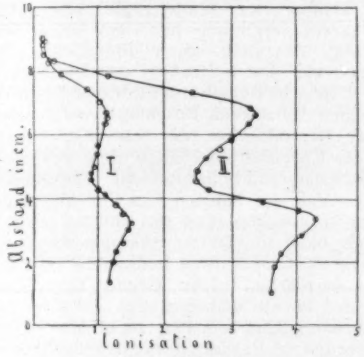


Fig. 2.

Die Kurven sind in ihrer allgemeinen Form gleich der der Fig. 1 und zeigen dieselbe Gleichheit in der Ionisation von beiden Produkten. Diese Versuche beweisen also, daß kein die Kurven beeinflussender Betrag von Aktinium B anwesend ist an dem aktivierten Draht, und dasselbe gilt für den so schnell zerfallenden aktiven Beschlag des Radiums.

Wir müssen hieraus folgern, daß der aktive Beschlag des Thoriums zwei α-Strahlenprodukte enthält, und nicht nur eins, wie man bis jetzt annahm. Aber dieselben Gründe, die zur Ausschließung von Aktinium und Radium führten, zeigen uns, daß keines der beiden α-Produkte ein langsam zerfallendes Produkt aus Thorium sein kann. Ein solches langsam zerfallendes Produkt könnte für die so verschiedenen Zeiten, die man den Draht der Emanation ausgesetzt hatte, nicht immer in derselben Menge wie Thorium B vorhanden sein. Die einfachste Erklärung der Resultate ist daher die, daß wir es mit einem neuen Thoriumprodukt zu tun haben, das im Vergleich zu Thorium B sehr schnell umgewandelt wird. [1])

Aus dem Studium der Ionisationskurven allein ist es nicht möglich, zu entscheiden, ob das neue Produkt zwischen Thorium A und B oder nach B einzuordnen ist. Dieser Punkt wurde durch folgenden Versuch aufgeklärt. Der aktive Beschlag wurde von dem Cu-Draht in verdünnter Salpetersäure aufgelöst und in diese Lösung für wenige Minuten eine Nickelplatte gehängt. F. v. Lerch [1]) hat gezeigt, daß man nach dieser Methode Thorium B von Thorium A trennen kann; denn die Nickelplatte verliert ihre Aktivität gemäß einem Exponentialgesetz mit der Periode von einer Stunde, also der Periode des Thoriums B entsprechend. Die Ionisationskurve wurde nun mit einer solchen aktivierten Nickelplatte als Strahlenquelle aufgenommen. Wiederum zeigte die Kurve — nachdem die für den schnellen Zerfall nötige Korrektion angebracht war — die beiden charakteristischen Teile, was also wieder auf die zwei verschiedenen α-Produkte hinwies. Ein solches Resultat ergab also, daß das neue Produkt immer das Thorium B begleitet. Die Tatsache, daß die Nickelplatte ihre Aktivität verliert, einem Exponentialgesetz von etwa einer Stunde folgend, zwingt zu dem Schluß, daß das neue Produkt im Vergleich zu Thorium B sehr schnell umgewandelt wird, und daher seine Aktivität im gleichen Schritt mit dem vorhergehenden Körper, also dem Thorium B, verliert. Bis jetzt ist es noch nicht gelungen, chemisch die beiden Körper voneinander zu trennen, doch scheinen in dieser Beziehung einige Versuche von Pegram [2]) von Wichtigkeit zu sein. Pegram gibt an, daß er beim Elektrolysieren von Thoriumlösungen unter gewissen Bedingungen sehr schnell abfallende Aktivitäten erhielt. So elektrolysierte er z. B. eine Thoriumnitratlösung, der er etwas Kupfersulfat zugesetzt hatte, und fand, daß die Kathode ihre Aktivität sehr schnell einbüßte. Ein ähnliches Resultat erhielt er, wenn er in der Thoriumlösung etwas Chlorsilber fällte und die filtrierte Lösung unmittelbar darnach elektrolysierte. Die Aktivitäten zerfielen von etwa 70 Sek. bis zu einigen Minuten. Ich habe in dieser Richtung einige vorläufige Versuche unternommen, bis jetzt ohne Erfolg. Die Versuche werden fortgesetzt werden, um zu sehen, ob es möglich ist, eine Methode anzugeben, nach der das neue Produkt zu trennen und seine Periode zu bestimmen ist.

Der von Rutherford gewählten Nomenklatur folgend, wird man das neue α-Produkt des Thoriums „Thorium C" zu nennen haben.

1) Ich möchte an dieser Stelle erwähnen, daß ich schon vor Monaten versuchte, ob es nicht möglich sei, ein sich langsam umwandelndes Produkt des Thoriums an dem negativ geladenen Draht zu erhalten. Der Draht wurde drei Wochen lang der Emanation des stärksten in meinem Besitze befindlichen Radiothorpräparates ausgesetzt. Die Aktivität verschwand dann in ihrer charakteristischen Zeit, und eine sicher nachweisbare Restaktivität konnte ich nicht erkennen. Ganz geringe Aktivitäten hätten allerdings übersehen werden können, da die Luft und die Instrumente des Instituts alle eine geringe Aktivität zeigten.

1) Ber. d. Wiener Akad. 1905.

2) Physical Review 1903. Dez.

Es ist nicht möglich, zu entscheiden, ob die α-Strahlen mit dem Durchdringungsvermögen 8,6 cm oder die von 5,0 cm dem neuen Produkt zuzuschreiben sind. Nach Analogie mit dem Radium ist es wahrscheinlich, daß die α-Partikel mit der größten Durchdringbarkeit von dem letzten Produkte Thorium C ausgeschleudert werden. Aus demselben Grunde werden wir auch die β- und γ-Strahlen dem Thorium C und nicht wie bisher dem Thorium B zuerkennen. Aber, ein definitiver Beweis kann erst dann geliefert werden, wenn es gelungen ist, Thorium B und Thorium C voneinander zu trennen.

Abnahme der Durchdringbarkeit der α-Partikeln beim Durchgange durch Materie.

Es wurde zu Beginn dieser Arbeit angegeben, daß man den Bereich der Ionisationsfähigkeit der α-Partikeln herabdrücken kann, wenn man den aktivierten Draht mit dünnen Schirmen bedeckt. Die Abnahme in dem Durchdringungsvermögen hängt ab von der Dicke des angewandten Schirmes und seiner Dichte. So wurde eine neue Ionisationskurve aufgenommen, als der Draht mit einem dünnen Glimmerplättchen bedeckt war, etwa 0,018 mm dick. Die Absorption der α-Partikeln in diesem Schirm entsprach 2 cm Luft. Die Ordinaten der neuen Kurve waren daher alle um einen konstanten Betrag, nämlich 2 cm, nach unten verschoben, im übrigen war die Figur dieselbe, wie die früher erhaltenen. Ein ähnlicher Effekt wurde von Bragg und Kleeman für die verschiedenen Radiumstrahlen beobachtet.

Magnetische und elektrostatische Ablenkung der α-Strahlen.

In Gemeinschaft mit Prof. Rutherford wurden einige Versuche unternommen, zu erkennen, ob die α-Strahlen des aktiven Beschlags von Thorium im magnetischen und elektrischen Feld abgelenkt werden. Das Resultat zeigte, daß es für beide Fälle zutraf, und zwar war die Ablenkung ungefähr dieselbe, wie für die α-Partikeln des Radium C. Im folgenden soll ein kurzer Bericht über einige vorläufige Versuche über die magnetische Ablenkung der α-Strahlen gegeben werden.

Die Anordnung war dieselbe, wie sie von Rutherford für die magnetische Ablenkung der α-Strahlen von Radium C angewandt wurde. Ein dünner Draht mit dem aktiven Beschlag diente als Strahlenquelle. Die eine Hälfte des aktiven Drahtes wurde mit einem dünnen Glimmerplättchen bedeckt, während die andere Hälfte unbedeckt blieb. Mit Hilfe senkrechter Glimmerplatten konnte es erreicht werden, daß die eine Hälfte einer kleinen photographischen Platte nur von den Strahlen des unbedeckten, die andere Hälfte der Platte von den Strahlen des bedeckten Teils des aktiven Drahtes getroffen wurde. Der ganze Apparat wurde luftleer gepumpt und zehn Stunden lang einem konstanten magnetischen Feld ausgesetzt. Indem man das Feld in gleichmäßigen Intervallen umkehrte, wurden auf der photographischen Platte zwei parallele Bandenpaare erhalten. Der Betrag der Ablenkung der Strahlenbündel auf den beiden Hälften der photographischen Platte wurde direkt verglichen mit dem Betrag der Ablenkung, den man unter identischen Bedingungen von den α-Strahlen des Radiums C erhielt. Leider ist der photographische Eindruck der Strahlen des aktiven Beschlags von Thorium zu einer Reproduktion zu schwach, da die Stärke des Radiothoriums lange nicht an die des reinen Radiumbromids heranreicht. Man konnte erkennen, daß die Kanten des Strahlenpfads, der dem unbedeckten Teil des aktiven Drahtes entsprach, nicht so klar zu erkennen waren als diejenigen, welche von dem bedeckten Teile des Drahtes herrührten. Der Grund für diesen Unterschied konnte während der Zeit, wo die Versuche ausgeführt wurden, nicht klar eingesehen werden, da es noch nicht erkannt war, daß die α-Strahlen des aktiven Beschlags von Thorium komplexer Natur sind. Nach Aufnahme der Ionisationskurve verschwand diese Schwierigkeit:

Die α-Strahlen mit 5,0 cm Durchdringungsvermögen für Luft werden im magnetischen Felde mehr abgelenkt und haben eine geringere photographische Wirkung, als die mit 8,6 cm Durchdringungsvermögen. Die äußere Kante des auf der photographischen Platte erhaltenen Strahlenbandes rührt also von Strahlen her mit vergleichweise schwachem photographischem Effekt, infolgedessen ist die Kante nicht scharf abgegrenzt. Auf der andern Seite war das Glimmerplättchen dick genug, den größten Teil der 5,0 cm Strahlen zu absorbieren, daher rührte der Eindruck auf diesem Teile der Platte von einem homogenen Strahlenbündel her, nämlich von dem mit 8,6 cm Durchdringungsvermögen; die Kante war daher schärfer abgegrenzt.

Der Betrag der Ablenkung der Thorium C-Strahlen nach ihrem Durchgang durch den dünnen Glimmerschirm, war etwa 20 Proz. geringer als für die Strahlen des Radiums C, wenn diese denselben Schirm zu durchdringen hatten.

Wenn der Wert von $\frac{e}{m}$ der gleiche ist für die α-Partikeln des Thoriums und die des Radiums, so läßt das vermuten, daß die α-Partikel von 8,6 cm Durchdringungskraft mit größerer Geschwindigkeit ausgeschleudert werden als die des Radiums C.

Dieses Resultat ist in Übereinstimmung mit dem größeren Durchdringungsvermögen der α-Partikeln des Thoriumprodukts, denn die Strahlen des Radium C haben nur 7,06 cm Durchdringungsvermögen für Luft.

Weitere Versuche sollen ausgeführt werden in Gemeinschaft mit Prof. Rutherford, die Geschwindigkeit und den Betrag von $\frac{e}{m}$ für die α-Strahlen des aktiven Beschlags aus Thorium exakt zu bestimmen. Die Versuche sind nicht leicht auszuführen wegen der schwachen photographischen Wirkung der verwandten Strahlenquelle.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, hier eine Tabelle der Produkte des Thoriums zu geben, soweit sie bis jetzt bekannt sind:

Produkt	Art der ausgesendeten Strahlen	Zeit, in der es auf halben Wert zerfällt
Thorium	wahrscheinl. strahlenlos	ungefähr 10^9 Jahre
Radiothorium	α	[1]
Thorium X	α	etwa 4 Tage
Emanation	α	54 Sek.
Thorium A	strahlenlos	10,6 Stunden
Thorium B	α	55 Min.
Thorium C	α, β, γ	wahrscheinl. wenige Sekunden
?		

Zum Schlusse ist es mir eine Freude, Herrn Prof. Rutherford meinen Dank auszusprechen für die Erlaubnis, in seinem Institut zu arbeiten, und für den liebenswürdigen Beistand, den er mir so bereitwillig zuteil werden ließ.

1) In der ersten Arbeit über Radiothorium, die im „Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik" erschien, findet sich an dieser Stelle ein starker Druckfehler, indem für die Zeit, in der das Radiothorium auf halben Wert zerfällt, 109 Jahre angegeben ist. Die Zahl sollte 10^9 Jahre heißen und bezieht sich auf die Periode des Thoriums.

Montreal, Physikal. Institut der Mc. Gill-Universität, 26. März 1906.

(Eingegangen 7. April 1906.)

Ein Versuch, die Absorption der β-Strahlen des Radiums in den Elementen als Funktion von deren Konstanten abzuleiten.

Von V. J. Laine.

Herr W. Seitz hat gezeigt[1]), daß die Absorption der β-Strahlen des Radiums in den Elementen nicht ausschließlich von dem spezifischen Gewicht, sondern auch von dem Atomgewicht abhängt. Dies regte mich an zu erforschen, was für eine Funktion dieser Konstanten der Absorptionskoeffizient der Elemente sein könne. Als Resultat dieses Versuchs mag folgende Mitteilung dienen.

1) W. Seitz, diese Zeitschrift 5, 395—397, 1904.

Wenn wir die Menge der Radiumstrahlen vor der Absorption mit s bezeichnen, die kleine Menge, welche auf dem Wege δ absorbiert wird, mit σ, den Absorptionskoeffizienten des betreffenden Elements mit α, die Zahl der Elektronen vor der Absorption mit n_0 und die Zahl der von den Elementen absorbierten Elektronen mit n_1, so erhalten wir:

$$\alpha = \frac{\sigma}{s\delta} = \frac{n_1}{n_0\delta}.$$

Aber den Quotienten $\frac{n_1}{n_0\delta}$ können wir wohl als proportional der Kraft p ansehen, die zwischen den Elektronen und den Atomen des Körpers herrscht. Wir können wohl nämlich annehmen, daß die Elektronen durch die Moleküle dringen, und, daß, je größer die genannte Kraft wächst, desto mehr die Elektronen von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt werden, wodurch eine immer größere Zahl von Elektronen in dem Körper zurückbleibt. Außerdem ist der Quotient $\frac{n_1}{n_0\delta}$ proportional auch der Durchschnittsfläche f des Atoms und der Zahl N der in der Volumeneinheit befindlichen Atome. Somit können wir schreiben:

$$\alpha = \text{const} \times p.f.N.$$

Wir wollen dann das Atomgewicht des absorbierenden Elements mit A bezeichnen, mit μ die Masse des Elektrons, mit r den Radius des Atoms und mit r_1 den Radius in der Sphäre, die in jedem absorbierenden Körper auf jedes Atom kommt, und mit k eine Konstante. Vorausgesetzt, daß die Kraft p dem allgemeinen Anziehungsgesetz folgt, ist:

$$p = \int_r^{r_1} \frac{kA\mu}{x^2}\,dx = kA\mu\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right).$$

Aber $r_1 = k_1\sqrt[3]{\frac{A}{d}}$, wo k_1 eine Konstante ist, und d das spezifische Gewicht des Körpers. Vorausgesetzt weiter, daß $\frac{r_1}{r} = k_2$ und k_2 eine Konstante,

dann ist:

$$p = \frac{k\mu(k_2 - 1)}{k_1}\cdot\sqrt[3]{A^2d}.$$

Da wir auch μ als Konstante ansehen können, erhalten wir:

$$p = \text{const} \times \sqrt[3]{A^2d}.$$

Aber $f = \text{const} \times \sqrt[3]{\frac{A^2}{d^2}}$ und $N = \text{const} \times \frac{d}{A}$

also:

$$\alpha = \text{const} \times \sqrt[3]{Ad^2}.$$

Um dann die Gültigkeit der so erhaltenen Formel zu prüfen, unternahm ich es, das α für folgende Metalle zu bestimmen: Aluminium, Eisen, Zink, Kupfer, Zinn, Silber, Blei, Gold und Platin, welche alle zu diesem Zwecke geschmiedet oder gewalzt waren zu Platten von durchschnittlich 0,162 mm Dicke, wovon die Abweichung höchstens 0,02 mm ausmachte. Weil zu meiner Verfügung für Messung der Absorptionskoeffizienten auf elektrischem Wege nötige Instrumente nicht standen, so diente mir zu diesem Zwecke folgende photographische Methode.

Da ist es vorteilhaft, es so zu stellen, daß die durch die Metallplatten gedrungenen Strahlen gleichzeitig auf dieselbe photographische Platte wirkten. Um dies zu erzielen, wurden die Metallplatten in die Form von ähnlichen Kreissektoren geschnitten und an den Rand eines kreisförmigen Loches befestigt, das einen Diameter von 20 mm hatte und in eine 1 mm dicke Kupferplatte von 40 × 35 mm gebohrt war, so daß die Metallplatten einen Kreis, dessen Diameter der des Loches war, bildeten. Die Stelle eines Sektors wurde offen gelassen. Es gab zwei solche Einrichtungen und beide wurden für die Bestimmung der Absorption angewandt.

Die photographischen Platten, durch die die Absorption der Radiumstrahlen bestimmt wurde, ergaben sich auf folgende Weise. In bezug auf die Wahl und Lage der Strahlenquelle war es natürlich in Betracht zu nehmen, daß die Intensität auf dem Metallplattenkreis nach allen Richtungen möglichst gleichmäßig war; zu dem Ende muß aber die Strahlenquelle möglichst punktförmig sein. Diese Forderung erfüllte am besten die kleine Radiummenge, die an der Spitze des Zeigers am Spinthariskope[1]) befestigt ist. Diese kann man mit kleiner Mühe möglichst punktartig machen und leicht über den Mittelpunkt des Metallplattenkreises stellen. Der Abstand derselben von den Metallplatten war bei den Experimenten etwa 10 mm. Gleich hinter die Metallplatten wurde ein 0,05 mm dickes Stanniolblatt gestellt, wodurch die Wirkung der α-Strahlen und Metallstrahlen gehindert wurde. Hinter diesem Filter lag dann die photographische Platte, deren direkte Berührung mit dem vorigen durch eine 0,3 mm dicke Papiervignette gehindert wurde. Die benutzten Trockenplatten waren von der Firma „The Imperial Dry Plate Co., Ltd., London", Marke „Special Rapid" und die Entwickelung wurde mit Methol ausgeführt.

Um die Wirkung der Strahlen zu messen, wurde ein sogenannter photographischer Keil auf folgende Weise hergestellt. An die rotierende Platte des Scheinerschen Sensitometers wurde eine Öffnung gemacht, deren eine Seite von dem Radius der Platte und die andere von einer Kurve in der Form der Archimedischen Spirale gebildet war. In den Apparat wurde dann eine 18 cm lange Platte gesetzt und wie gewöhnlich in einem dunklen Zimmer mit einer Petroleumlampe beleuchtet, die sich in einer Entfernung von 1 ½ m befand. Auf die Platte fiel dadurch an jeder Stelle eine Lichtmenge, die dem Abstand der betreffenden Stelle von dem Nullpunkte direkt proportional war. Die Platte war von der obengenannten Art und die Entwickelung wie oben. Die Platte wurde in eine bequeme Form geschnitten und mit einer Millimeterskala versehen.

Mit diesem Keil wurden dann in den obengenannten Platten sowohl die Schwärzungen, welche durch die Wirkung der durch die Metalle gedrungenen Strahlen entstanden, verglichen, wie auch diejenigen, welche die Platte direkt durch die offen gelassene Stelle des Metallplattenkreises trafen. Dies geschah mit Hilfe eines wenig vergrößernden Mikroskops, in dem die Bilder der sektorförmigen Metallplatten dicht an die Seite des Keils gestellt werden konnten. Die Schicht der Negative war nämlich mit einem Messer von unnötigen Stellen entfernt, und diese konnten darum unter den Keil geschoben werden. Die beiden Hälften des Gesichtsfeldes — die Seite des Keils und diejenige der Platte — wurden gleich hell gemacht, und mit Hilfe eines festen Zeichens wurde der Skalenwert des Keils bestimmt. Indem einige Platten der Wirkung des Radiums ausgesetzt und dabei ceteris paribus solche Expositionszeiten gebraucht wurden die Vielfache voneinander waren, wurde der Keil korrigiert. So erhaltene Werte kann man dann als Intensitätswerte der Strahlen anwenden. Im ganzen wurden 12 Platten bereitet, und jeder Intensitätswert war da Mittel von 3 Bestimmungen.

Aus diesen Intensitätswerten wurde der Absorptionskoeffizient α durch die Formel:

$$J = J_0 e^{-\alpha d}$$

berechnet, wo J die Intensität der durch die absorbierende Schicht gedrungenen Strahlen ist, J_0 die Intensität derselben ohne absorbierende Schicht, e die Basis des natürlichen Logarithmensystems und d die Dicke der absorbierenden Schicht in cm.

Folgende Tafel enthält die Mittelwerte der Absorptionskoeffizienten α, $\sqrt[3]{Ad^2}$ und $\alpha / \sqrt[3]{Ad^2}$.

1) Bezogen von Max Kohl in Chemnitz.

	α	$\sqrt[3]{Ad^2}$	$\alpha/\sqrt[3]{Ad^2}$
Al	24	5,7	4,21
Zn	63	14,9	4,23
Fe	63	15,0	4,20
Cu	72	17,1	4,21
Sn	78	18,5	4,22
Ag	96	22,8	4,21
Pb	127	29,8	4,26
Au	180	41,9	4,30
Pt	193	44,8	4,31

Wie aus dem Obigen ohne weiteres erhellt, ist die Übereinstimmung der Experimente mit meiner Formel sehr gut, besonders wenn man in Betracht nimmt, daß der Wert von α merkbare Schwankungen zeigte.

Schließlich darf ich noch die Aufmerksamkeit auf einen Umstand lenken, welcher in der Bestimmung des α Bedeutung hat, nämlich auf die sekundäre Strahlung der Metalle. Diese ist dem Atomgewicht derselben proportional, wie es unter anderen Herr A. Righi[1]) gezeigt hat. Da aber in den Absorptionsversuchen der wirkende Teil derselben wahrscheinlich desto mehr sich vermindert, je größer die Absorption der Metalle ist, so kann man wohl annehmen, daß die Intensität der Sekundärstrahlen für die verschiedenen Metalle in den Experimenten ziemlich gleich ist. Daher kann die Vergrößerung des α von Aluminium bis Platin schroffer werden in solchen Fällen, wo die Sekundärstrahlen aus irgendeinem Grunde größere Wirkung haben. Bei den vorliegenden Experimenten scheint die Sache sich nicht so zu verhalten.

1) A. Righi, diese Zeitschrift **6**, 816, 1905.

Björneborg (Finnland), im März 1906.

(Eingegangen 13. April 1906.)

Beobachtungen an Kanalstrahlen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von Hans Rau.

Treffen Kanalstrahlen auf gewöhnliches Röhrenglas, so entsteht bekanntlich ein zweifaches Leuchten an denselben: eine grüne Fluoreszenz des Glases selbst und eine rotgelbe, im Spektralapparat die *D*-Linien zeigende Lichthaut über der getroffenen Fläche.[1]) Die im folgenden zunächst beschriebenen Versuche sollten dazu dienen, den Bedingungen der Entstehung dieser Erscheinung nachzugehen.

Von Herrn W. Wien[2]) war gefunden, daß in Wasserstoff nach langem Durchgang der Entladung unter fortgesetzter Erneuerung der Gasfüllung nur noch die grüne Fluoreszenz — in Sauerstoff dagegen, besonders bei scharfer Trocknung, fast nur das *Na*-Leuchten auftritt, was sich auch bei meinen Versuchen wieder zeigte. Die erstere Tatsache widerspricht der naheliegenden Annahme, daß das *Na*-Leuchten die Folge einer durch den Aufprall der Kanalstrahlenteilchen hervorgerufenen (lokal) hohen Temperatur sei; dagegen lassen beide Beobachtungen die Möglichkeit zu, daß es eine Begleiterscheinung eines Oxydationsvorganges ist, also eine Chemilumineszenz.

Um diese Annahme zu prüfen, nahm ich zunächst möglichst reinen Stickstoff als Gasinhalt (Sauerstoff und Stickoxydbeseitigung durch glühendes Kupfer); doch auch hier wie in Sauerstoff waren die *D*-Linien nach mehrwöchentlicher Behandlung des Entladungsrohres ungeschwächt vorhanden und das änderte sich nicht, als in das Vakuum zur Beseitigung etwaiger Sauerstoffreste *Na* eingeführt wurde (NB. an einer Stelle, die zur Abhaltung des *Na*-Dampfes vom Versuchsrohr durch ein mit Blattgold gefülltes, in Kohlensäure-Äther Kältemischung tauchendes Rohr getrennt war). Ein Oxydationsvorgang kann also nicht die Ursache des Leuchtens sein. Da nun aber nach Zehnder[1]) in Stickstoff an der Kathode von Entladungsröhren, also gerade da, wo Kanalstrahlen auftreffen, auch eine chemische Reaktion mit vorhandenem *Na* eintritt — die Bildung von Natriumstickstoff — wurde der Versuch wiederholt; zudem erschien es notwendig, weitere Gase auf das Auftreten der grünen Fluoreszenz hin zu untersuchen, die im Stickstoff nur ganz schwach zu sehen war. Das aus Kleveit gewonnene Helium war unter Vermeidung aller Gummiverbindungen und Fettdichtungen durch Zirkulieren über Calcium, Kupferoxyd und Ätzkali gereinigt worden, war aber von Kohlenoxyd erst bei Anwendung von Kohle in flüssiger Luft, von Wasserstoff mit den üblichen Mitteln überhaupt nicht (spektroskopisch) frei zu bekommen. Der Versuch ergab Anwesenheit des *Na*-Leuchtens bei gleichzeitigem Vorhandensein ziemlich kräftiger grüner Glasfluoreszenz. Die *D*-Linien waren — auch nach *Na*-Einführung — dauernd, wenn auch schwach zu sehen.[2])

Diesen Beobachtungen schließt sich eine andere (in Stickstoff gemachte) an, daß nämlich

1) E. Goldstein, Verh. d. deutschen Ph. Ges. **4**, 4, 1902.
2) W. Wien, Ann. d. Phys. **8**, 252 ff., 1902.

1) Wied. Ann. **52**, 56, 1894.
2) Anm.: In Wasserstoff und Helium ist bei nicht zu großer Entfernung der von den Kanalstrahlen getroffenen Stelle von der Kathode auf dem Glase eine dickere Lichthaut sichtbar, die mit dem *Na*-Leuchten nichts zu tun hat, sondern dieselbe Farbe zeigt, wie die sogenannte „leuchtende Kathodenschicht" und vielleicht reflektierten Kanalstrahlen ihre Entstehung verdankt.

die Glaswand, wenn sie vorher Kathodenstrahlen ausgesetzt war, anfangs unter Kanalstrahlen kein *Na*-Leuchten zeigt; es zeigten dann zunächst nur die Stellen, von welchen durch ein über das feine Aluminiumdrahtnetz der durchlöcherten Elektrode ausgespanntes Kreuz aus stärkerem Draht die Kathodenstrahlen abgeschirmt worden waren, das rotgelbe Licht und erst allmählich stellte sich dasselbe wieder wie gewöhnlich her. Es ist dies wohl zu erklären durch eine mit der grünen Kathodenstrahlenfluoreszenz oder mit deren Ursache verbundene chemische Veränderung der Glasoberfläche. Nun rufen die Kanalstrahlen in Wasserstoff eine offenbar der von Kathodenstrahlen hervorgerufenen ganz analoge Fluoreszenz hervor; es scheint mir daher jene Beobachtung eine plausible Erklärung des Fehlens bezw. der Lichtschwäche der *D*-Linien in Wasserstoff und Helium zu liefern und den Widerspruch zwischen der Annahme eines Leuchtens des Glases infolge lokal hoher Temperatur und der Erscheinung in diesen Gasen zu beseitigen.

Es schien von Interesse, besonders nach den Ann. d. Phys. **13**, 669, 1904 mitgeteilten Versuchen von Hrn. W. Wien, die magnetische und elektrostatische Ablenkbarkeit und damit $\frac{e}{m}$ für ein einatomiges Gas zu bestimmen. Ich habe dies mit der Wienschen Anordnung zweimal für Helium durchgeführt, leider aber keine Resultate erhalten, die als endgültige zu bezeichnen wären. Nachdem bei der ersten Bestimmung sich die Anwesenheit von Wasserstoff und die starke Zerstäubung der vernickelten Eisenkathode sich als sehr störend erwiesen, nahm ich beim zweitenmal eine mit Aluminium überzogene Kathode und versuchte auf Rat von Herrn Prof. Wien den Wasserstoff durch glühendes Platin herausdiffundieren zu lassen. Das Helium wurde in ein elektrisch geglühtes Platinröhrchen komprimiert (auf $1\frac{1}{2}$ Atm.), das außen von einem durch dauerndes Pumpen mit einer automatischen Quecksilberpumpe auf möglichst hohem Vakuum gehaltenen Raum umgeben war; die Methode hatte tatsächlich den Erfolg, daß die Wasserstofflinien aus dem Spektrum der Kanalstrahlen verschwanden. Es wurden nun die Beobachtungen für Helium durchgeführt und dann, um einen Vergleich zu haben, mit demselben Apparat für Wasserstoff wiederholt.

Es ergab sich zunächst, daß auch im Helium beim Einschalten des Magnetfeldes das Kanalstrahlenbündel fächerförmig ausgebreitet wurde und einen kontinuierlichen (blauen) Fluoreszenzstreif auf der Auffangeplatte (gewöhnliches Scheibenglas) hervorrief. Weiterhin ergaben sich folgende Mittelwerte der spezifischen Ladung aus ziemlich gut übereinstimmenden Beobachtungen bei der betreffenden Spannung:

Helium		Wasserstoff	
$\frac{e}{m}$	Elektroden-Spannung	$\frac{e}{m}$	Elektroden-Spannung
27300	6500 Volt	14300	17700
27500	9600 „	15400	24900
27300	9700 „	17200	24900
28200	20400 „	15000	29100
49000	33000 „	Nach langem Durchgang der Entladung:	
		32200	27300[1])

Die Abweichung der Wasserstoffwerte vom Wert 10000 zeigt wohl die Anwesenheit einer konstanten Fehlerquelle an. Ich suche dieselbe in der an sich zur Elimination der Ungleichförmigkeit des Magnetfeldes aussichtsvollen Art der Feldmessung durch Hervorbringen der gleichen Ablenkung auf der Auffangplatte für Kathoden und Kanalstrahlen unter Messung der zugehörigen Elektrodenspannung. Ich werde dies noch prüfen. — Die angeführten Zahlen folgen alle aus der Messung der magnetischen Ablenkung und der Elektrodenspannung (mit Funkenstrecke, Kugeln von 3 cm Radius), während eine Messung der infolge sekundärer Lichteffekte unsauberen elektrostatischen Ablenkung kombiniert mit der magnetischen für Helium $\frac{e}{m} = 15800$ ergab. (Wahrscheinlich Wasserstoffreste.)

Die Veröffentlichung obiger Zahlen, die ja offenbar nicht die „richtigen" sein können (der zu erwartende Wert ist $\frac{e}{m} = 2500$) mag dadurch gerechtfertigt werden, daß die Ursache der Abweichung jedenfalls von Interesse ist und ich meine Versuche nach meinem Weggang von Würzburg auf einige Zeit unterbrechen muß. Von den möglichen Hypothesen führe ich eine deshalb an, weil sie durch eine weiter unter mitzuteilende Beobachtung sehr gestützt wird, daß nämlich der größte Teil der Heliumkanalstrahlen eine weit geringere Geschwindigkeit besitzt, als der Elektrodenspannung entspricht. Daß also nur ein Teil des Kathodenfalls von ihnen frei durchlaufen wird (vorausgesetzt, daß sich nicht beim Helium Kathodenfall und Elektrodenspannung überhaupt wesentlich unterscheiden). Die Krümmung der Bahn im Magnetfeld hängt ja nur vom Verhältnis der erzeugenden Spannung zur spezifischen Ladung ab. Setzt man für Wasserstoff $\frac{e}{m} = 10000$ und mißt das Magnetfeld bei meinen

1) Wohl wieder aus den Elektroden frei gewordenes Helium.

Versuchen durch Beziehen auf diesen Wert, so würde, falls nicht noch andere Ursachen mitspielen, die Geschwindigkeit der Heliumkanalstrahlen etwa 8 mal kleiner sein als aus der Elektrodenspannung folgt. Unklar bleibt, warum sich dies bei der elektrostatischen Ablenkung nicht zeigt; doch war deren Beobachtung, wie erwähnt, so erschwert, daß hier zunächst noch weitere Messungen nötig sind.

Mit der eben angeführten Hypothese stimmt überein, daß die Heliumkanalstrahlen nach meinen Beobachtungen den von Herrn Stark entdeckten Dopplereffekt nicht oder doch nicht in der zu erwartenden Größe zeigen. Ich konnte ihn unter Benutzung eines Kirchhoffschen Spektralapparates mit vier Prismen trotz der großen Helligkeit des Spektrums weder bei subjektiver Beobachtung noch auf Photographien (bis 15 Stunden Beleuchtungszeit) wahrnehmen; eine nähere Untersuchung müßte natürlich mit dem Gitter erfolgen.

Ich möchte schließlich noch einige Beobachtungen mitteilen, die sich auf den Dopplereffekt (in Wasserstoff) beziehen. Einmal eine einfache Verifikation der Deutung des Phänomens als Dopplereffekt durch Herrn Stark: Stellt man einen Spiegel neben dem Entladungsrohr so auf, daß — vom Spalt eines Spektrometers gesehen — im Spiegelbild der Röhre die Kanalstrahlen sich vom Spalt wegbewegen, so erhält man eine nach Rot verschobene Linie. — Weiter habe ich auf Vorschlag von Herrn Prof. Wien, um zu prüfen, ob die Erscheinung von den verschieden stark ablenkbaren Kanalstrahlen in gleicher Weise hervorgerufen wird, mit folgender Anordnung beobachtet: das von den Kanalstrahlen durchlaufene Rohr befand sich zwischen den Polen eines Magneten, war aber an einer Stelle, an der die Strahlen schon den größten Teil des Feldes passiert hatten, durch eine in das Rohr passende Metallscheibe geteilt, die in der Mitte und am Rand je eine Öffnung enthielt; jedes dieser Löcher konnte durch einen magnetisch bewegbaren Schieber geöffnet oder geschlossen werden. Bei Beobachtung der durch das mittlere Diaphragma in den Raum hinter demselben eingetretenen Strahlen zeigte sich beim Erregen eines starken Magnetfeldes eine außerordentliche Schwächung der verschobenen Linie, während an der „ruhenden" keine Helligkeitsänderung wahrgenommen werden konnte. Ein Versuch, die Erscheinung photographisch durch abwechselndes Belichten durch die untere bezw. obere Spalthälfte mit bezw. ohne Magnetfeld zu erhalten, mißlang, doch erscheint das angeführte — von mehreren Beobachtern bestätigte — Resultat ganz sicher.[1]) Dieses bedeutet einerseits eine Bestätigung der Anschauung von Herrn Stark, daß die positiven Ionen der Träger des den Dopplereffekt zeigenden Leuchtens sind, nicht etwa die wohl als neutral zu betrachtenden nicht ablenkbaren Teilchen; andererseits folgt daraus, daß das Licht des nicht ablenkbaren Bündels, das heller ist als das des abgelenkten, nicht von Teilchen ausgesandt wird, deren Geschwindigkeit an die der ablenkbaren heranreichte.

Ich schließe mit dem Ausdruck meines herzlichen Dankes an Herrn Professor W. Wien, dessen lebhafter Anteilnahme und steter Unterstützung ich mich bei der im Würzburger physikalischen Institut ausgeführten Arbeit zu erfreuen hatte.

1) Das seitliche Diaphragma, durch das die stark abgelenkten Strahlen allein beobachtet werden sollten, ließ leider keine saubere Trennung von den anderen Strahlen erreichen.

Braunschweig, Mai 1906.

(Eingegangen 21. Mai 1906.)

Über einen Stromunterbrecher für Röntgenapparate.

Von J. R. Januszkiewicz.

Der Röntgenologe ist bekanntlich mit seinem in den Primärstromkreis eingeschaltenen Unterbrecher zufrieden, wenn derselbe: 1. den Gebrauch von ziemlich starken Strömen (bis ca. 20 A) gestattet; 2. die Möglichkeit gibt, die Zahl der Stromunterbrechungen pro Zeiteinheit über einem gewissen Minimum zu halten, und 3. die Stromschließung möglichst allmählich, die Stromöffnung aber möglichst plötzlich ausführt. Indem die elektrolytischen Stromunterbrecher den ersten zwei Forderungen vollständig genugtuen, sind sie, was die dritte anbetrifft, geradezu die schlechtesten, und es läßt sich die schädliche Wirkung der Schließungsströme auf die Röntgenröhre bei keinem anderen Unterbrecher in so hohem Maße fühlen, als bei diesen. Ganz im Gegenteil ist dieselbe bei den einfachsten, auf dem uralten Prinzip des Wagner-Neffschen Hammers gebauten Unterbrecher am geringsten.[1])

Indes gestatten aber die bisherigen sogen. „Platinkontaktunterbrecher" weder größere Stromstärken, noch höhere Frequenzen, und zwar: ersteres wegen der sofort auftretenden Beschädigungen der Kontaktflächen durch die Öffnungsfunken, und letzteres wegen der durch die Länge dieser Funken bedingte Notwendigkeit, die beiden Kontaktflächen zur Herstellung der Stromunterbrechung verhältnismäßig weit voneinander zu entfernen, was eine große Am-

1) Dessauer und Wiesner, Kompendium der Röntgenographie. Leipzig 1905. S. 74 u. 83.

plitude der Schwingungen des Hammers erforderlich macht.

Es nimmt aber bekanntlich die Funkenspannung mit — ceteris paribus — steigendem Gasdrucke sehr rasch zu, die Funkenlänge also — ab. So findet z. B. Wolf[1]) folgende Beziehung zwischen Funkenspannung und Druck der umgebenden Luft, bei 1 mm langer Funkenstrecke zwischen zwei Messingkugeln von je 100 mm Durchmesser:

$$v = 107 \cdot 2p + 79,$$

wo v die Funkenspannung in elektrostatischen Einheiten und p den Luftdruck in Atmosphären (von 1 bis 5) bezeichnet.

Es liegt auf der Hand, daß die auf die Bildung von starken und langen Öffnungsfunken bezüglichen Nachteile eines Kontaktunterbrechers[2]) sich viel weniger bemerken lassen werden, wenn sich derselbe (oder eigentlich nur dessen schwingender Teil und die beiden Kontaktflächen) in einem abgeschlossenen Raume befinden wird, in dem ein Gasüberdruck von einigen Atmosphären erzeugt wird.

Die Ausführung eines solchen Apparates kann auf keinerlei technische Schwierigkeiten stoßen, da der abgeschlossene Hochdruckraum von kaum mehr als 125—150 cm³ Inhalt zu sein braucht und somit von 1,5—2 mm dicken Messingwänden begrenzt werden kann; die erforderlichen 2, 3 Stopfbüchsen (für die Regulierungsschrauben), ein Manometer und das Einlaßventil lassen sich leicht an dem Messingkästchen befestigen. Was die Erzeugung des Überdruckes anbetrifft, so kann ich nach Erfahrung mitteilen, daß zu derselben bis auf 3 Atmosphären — mehr wird auch nicht erforderlich sein — eine Radfahrerpumpe vollständig genügend ist.

Nachdem ich vor kurzem auf den Gedanken eines Hochdruckstromunterbrechers für Röntgenapparate gekommen bin, erfuhr ich, daß dasselbe Prinzip zur Erzeugung von intermittierenden (Duddellschen) Bogenentladungen bei der Konstruktion von Apparaten für drahtlose Telegraphie von zwei Erfindern (deren Namen mir leider entgangen sind) angewandt wurde, Patente darauf genommen wären und ein Prioritätsstreit bereits entstanden sei. Findet man schon in der langen Reihe der deutschen Patente auf verschiedene Röntgenapparate zahlreiche Beispiele ziemlich merkwürdiger Ähnlichkeiten zwischen den Gegenständen verschiedener Patente (ich erinnere nur an die sogen. Quecksilberstrahlunterbrecher!), so scheint es mir dennoch selbstverständlich, etwaige Patentansprüche meinerseits in Abrede zu stellen. Da ich aber in der mir zugänglichen Röntgenliteratur nichts Ähnliches gefunden habe, scheint es mir richtig, meinen Vorschlag zu veröffentlichen.

St. Petersburg, 21. März 1906.

(Eingegangen 24. März 1906.)

1) Wied. Ann. **37**, 306, 1889.

2) Sollte die Zukunft der Röntgenapparate auch nicht — wie es mir persönlich scheint — der (selbstverständlich: Hochdruck-) Influenzmaschine gehören, so glaube ich jedenfalls den Sieg des (Kochschen) „Hochspannungsgleichrichters" über die heutzutage übliche Primärstromunterbrechung sehr wahrscheinlich. Das Prinzip des Gasüberdruckes könnte man aber wahrscheinlich auch bei der Konstruktion der Kochschen Apparate vorteilhaft ausnutzen.

Über eine neue Art von Röntgenröhren.[1])

Von Josef Rosenthal.

Von der Antikathode der üblichen Röntgenröhren gehen neben den praktisch verwendbaren Röntgenstrahlen noch solche aus, welche die Glaswand nicht zu durchdringen vermögen, von ihr also absorbiert werden; außer diesen äußerst weichen Röntgenstrahlen treten noch diffus reflektierte Kathodenstrahlen aus und endlich auch noch regelmäßig reflektierte bezw. neu emittierte Kathodenstrahlen. Alle diese Strahlenarten (Antikathodenstrahlen) werden von der Glaswand absorbiert und rufen teils Fluoreszenz, Erwärmung und chemische Veränderung des Glases und teils neue Strahlen hervor. Die Erwärmung der Glaswand sowohl wie deren chemische Veränderung sind nun wesentliche Ursachen der Veränderung des Härtegrades der Röntgenröhre. Die Kathodenstrahlen ebenso wie die äußerst weichen Röntgenstrahlen, welche beide, wie erwähnt, die Glaswand nicht zu durchdringen vermögen, werden aber von dünnen Metallschichten nahezu vollkommen absorbiert, während diese dünnen Schichten für die Röntgenstrahlen, wie sie praktisch benützt werden, nahezu vollkommen durchlässig sind. Der Vortragende hat seit einigen Jahren Versuche angestellt, die dahin zielten, diese von der Antikathode ausgehenden Strahlenarten, welche die Röntgenröhre nicht verlassen können, und einerseits eine schädliche Erhitzung, andererseits eine schädliche Zersetzung der Glaswand hervorrufen und endlich auch noch die, die Röntgenogramme verschleiernden Glasstrahlen erzeugen, möglichst unschädlich zu machen, ja womöglich noch in verwendbare Röntgenstrahlen umzuwandeln. Dieses Ziel wurde durch eine neue Art von Röntgenröhren erreicht, die der Vortragende demonstriert, und welche er „Innenfilter-Röntgenröhre"[2]) nennt. Er läßt nämlich alle von der Antikathode austretenden

1) Nach einem Vortrag, gehalten auf dem 2. Röntgen-Kongreß zu Berlin am 2. April 1906.

2) Dieselbe wird von der Polyphos-Gesellschaft, München hergestellt.

Strahlen, ehe sie die Glaswand treffen, durch einen Filter fallen, welcher die Kathodenstrahlen und äußerst weichen Röntgenstrahlen zurückhält. Infolgedessen erwärmt sich die Glaswand gegenüber der Antikathode fast nicht mehr und wird auch nicht mehr chemisch verändert. — Endlich kann aber auch noch ein drittes durch die neue Röhrenart erreicht werden. Der Innenfilter wirkt nämlich nicht allein als Filter, sondern auch als Strahlentransformator und zwar ist die Transformation zweierlei Art. Erstens derart, daß die transformierten Strahlen in der gleichen Richtung verlaufen, wie die ankommenden und zweitens derart, daß sie von dem Auftreffpunkt eines Antikathodenstrahles nach allen Richtungen ausgehen.

Man könnte vermuten, daß durch die Anbringung von Innenfiltern die praktisch verwendbaren Röntgenstrahlen geschwächt werden. Bei Auswahl geeigneter Filter ist dies jedoch nicht oder nur in ganz verschwindendem Maße der Fall. Andererseits könnte man auch vermuten, daß die an dem Innenfilter erzeugten Röntgenstrahlen für die Bildschärfe von Nachteil sein könnten. Auch dies läßt sich durch geeignete Wahl des Filtermaterials vermeiden. Als Beispiel zeigte der Vortragende ein Röntgenogramm des Kiefergelenkes eines Erwachsenen, das mit einer Innenfilterröhre aufgenommen wurde und das Gelenk sehr deutlich zeigte, was mit einer unscharf zeichnenden Röntgenröhre nicht zu erreichen ist. Daß die sekundäre Strahlenbildung am Innenfilter so wenig schädlich war, erklärt sich wohl dadurch, daß bei geeignetem Material des Innenfilters die von diesem ausgehenden störenden Röntgenstrahlen von der Glaswand zum Teil absorbiert werden und andererseits die bei gewöhnlichen Röhren infolge des Auftreffens der Antikathodenstrahlen auf die Glaswand auftretenden Glasstrahlen nicht mehr oder in viel geringerem Grade entstehen.

(Eingegangen 16. April 1906.)

Ein Beitrag zur Reibungstheorie.

Von Victor Fischer.

1. Gleitende Reibung zwischen ungeschmierten Flächen.

Durch Versuche ist erwiesen, daß der Reibungskoeffizient nicht eine konstante, sondern eine veränderliche Größe ist. Wir werden daher besser einfach von der „Reibung" sprechen. Die Abhängigkeit dieser Größe von der Geschwindigkeit wurde besonders durch Versuche an Eisenbahnwagen festgestellt; aber auch für geringere Geschwindigkeiten wurde durch Fleming und Jenkin experimentell erwiesen, daß der Übergang von dem sogenannten Reibungskoeffizienten der Ruhe in jenen der Bewegung stetig erfolgt. Der Reibungskoeffizient der Bewegung ist eben nur ein Mittelwert der Reibung zwischen kleineren, unbestimmt gelassenen Geschwindigkeitsgrenzen.

Franke faßt die vorliegenden Versuchsergebnisse in folgenden Sätzen zusammen[1]):

„Der Koeffizient der gleitenden Reibung harter Körper aneinander ist eine stetige Funktion ihrer relativen Geschwindigkeit; der numerische Wert dieser Funktion ist am größten für die Geschwindigkeit Null und nimmt mit wachsender Geschwindigkeit ab. Die Parameter dieser Funktion sind von der Natur der Körper und von dem Zustande ihrer Oberflächen abhängig."

Im weiteren Verlaufe sagt Franke:

„Ohne uns vorläufig in eine Erklärung der angeführten Tatsachen einzulassen, welche nur schwer zu finden sein dürfte, wollen wir der Abhängigkeit zwischen dem Reibungskoeffizienten und der Geschwindigkeit einen mathematischen Ausdruck zu geben versuchen."

Es läßt sich nun zeigen, daß die Abhängigkeit der Reibung von der Geschwindigkeit direkt aus dem Prinzip von der Erhaltung der Energie folgt, und daß daher die Annahme eines konstanten Reibungskoeffizienten diesem widerspricht.

Um die Veränderlichkeit der Reibung mit der Geschwindigkeit nachzuweisen, wollen wir uns der folgenden, aus der Thermodynamik bekannten, allgemeinen analytischen Methode bedienen:

Ist A eine abhängige veränderliche Funktion der beiden unabhängigen Veränderlichen x und y, so können wir schreiben:

$$dA = X\,dx + Y\,dy \qquad (1)$$

$$\frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x} \gtrless 0, \qquad (2)$$

wobei $X = f_1(xy)$
$Y = f_2(xy)$.

Für einen Kreisprozeß gilt dann nach dem Stokesschen Satz:

$$\int X\,dx + Y\,dy = \int^{2} \left(\frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}\right) dx\,dy^{2}) \qquad (3)$$

---

1) J. N. Franke, Über die Abhängigkeit der gleitenden Reibung von der Geschwindigkeit. Civilingenieur 1882, S. 206. — In diesem Aufsatze findet man auch die übrige hierher gehörige Literatur angegeben.

2) Auf die Bedeutung dieses Satzes für die Thermodynamik habe ich bereits in einer früheren Arbeit hingewiesen. Siehe: Thermodynamische Linienintegrale. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1904, S. 495.

Die Schreibweise $\int\int = \int^{2}$ habe ich in meinem Buche Grundbegriffe und Grundgleichungen der mathematischen Naturwissenschaft, Leipzig, J. A. Barth, 1906, S. 3 vorgeschlagen.

Es befinde sich nun auf einer horizontalen Ebene ein kleiner Körper mit horizontaler Grundfläche. Für seine Bewegung kommt die Reibungsarbeit und die Bewegungsenergie in Betracht. Bezeichne ich die verbrauchte Arbeit mit A, die Pressung mit P, die Masse mit m, die Reibung mit μ, den Weg mit s und die Geschwindigkeit mit g, so ist

$$dA = \mu P ds + m g dg.$$

Der Körper sei zu Beginn in Ruhe und beschreibe eine geschlossene Bahn. Er komme an seinem Ausgangspunkt mit der Geschwindigkeit o an, dann hat er einen Kreisprozeß vollführt. Für diesen gilt nach (3)

$$\int \mu P ds + m g dg = \int \left(\frac{\partial (\mu P)}{\partial g} - \frac{\partial (mg)}{\partial s} \right) ds dg.$$

Da nun

$$\int m g dg = 0,$$

ferner P und m konstant ist, die Reibungsarbeit aber unter allen Umständen von o verschieden ist, so folgt:

$$\int \mu P ds = \int P \frac{\partial \mu}{\partial g} ds dg$$

und

$$\frac{\partial \mu}{\partial g} \gtrless 0.$$

Aus dem Energieprinzip ergibt sich also, daß die Reibung von der Geschwindigkeit abhängt.

Was den Beginn einer Reibungsbewegung betrifft, so müssen wir noch folgendes überlegen: Ein Körper von bestimmtem Gewicht ruhe auf einer horizontalen Unterlage, so wird die Reibungskraft

$$R = \mu P, \qquad (4)$$

die in den Körper eingeleitet wird, wenn auch in einer noch so kurzen Zeit, erst von Null anwachsen müssen. Da P bereits vorhanden und konstant ist, so müßte nach dem Ansatz (4) μ von o anwachsen. Versuche von Bailly, Osmond und Cartand haben nun ergeben[1]), daß auch bei sehr glatt polierten Gegenständen die Oberflächenschicht der reibenden Körper eine tangentiale Verschiebung aufweist. Wir können daher annehmen, daß die Bewegung durch eine Verschiebung der äußern Schichten gegen die innern eingeleitet wird. Während dieser Zeit kann aber auch die gegen R anwachsende Schubkraft unabhängig von P sein.[2])

1) Siehe: Lecornu, Sur le frottement de glissement, Comptes Rendus **140**, 636, 1905.

2) An dieser Stelle sei erwähnt, daß bereits Painlevé, von ganz anderen Betrachtungen ausgehend, darauf hingewiesen hat, daß die Anwendung des Coulombschen Reibungsgesetzes in seiner jetzigen Fassung zu Widersprüchen führt, sobald man es in die Bewegungsgleichungen für bestimmte Fälle einführt. Siehe die Abhandlungen von Painlevé, Lecornu und de Sparre in den Comptes Rendus **140**, **141**, 1905.

Franke hat für die Abhängigkeit der Reibung von der Geschwindigkeit die empirische Formel aufgestellt:

$$\mu = \mu_0 e^{-\alpha g}, \qquad (5)$$

wobei α eine Konstante bedeutet. μ_0 ist also in dieser Formel jener Anfangswert, bei dem die Relativbewegung der Gleitflächen beginnt. Das eintretende Gleiten vermindert offenbar die herrschenden Schubspannungen.

Bei Bremsvorrichtungen von Hebezeugen, Fahrstühlen usw. sind die auftretenden Geschwindigkeiten in der Regel zu gering, als daß man auf die Abnahme der Reibung besonders Rücksicht nehmen müßte. Immerhin könnte es Fälle geben, bei denen man die Reibung für die größtmögliche Geschwindigkeit zu berücksichtigen hätte.

2. Gleitende Reibung zwischen geschmierten Flächen.

Die Versuche an Zapfen haben auch in diesem Falle gezeigt, daß die Reibung eine wesentlich veränderliche Größe ist.[1]) Wir wollen die vorliegenden Ergebnisse zusammenstellen und einige Schlüsse aus ihnen ziehen.

Bezeichnen wir die Schalentemperatur mit T, die Umfangsgeschwindigkeit des Zapfens mit g, die Pressung pro Flächeneinheit mit p, die Reibung mit μ, so gilt für ungeteilte Lager mit ununterbrochener Druckverteilung rings um die Welle bei

$$g = \text{konst.}, \quad T = \text{konst.}$$

Die Beziehung

$$p \mu = \text{konst.} \qquad (6)$$

$p\mu$ ist die Reibungskraft pro Flächeneinheit der Zapfenprojektion. Wir wollen sie mit r bezeichnen. Ist l die Länge und d der Durchmesser des Zapfens, so wird die Reibungsleistung

$$\dot{A}_r = r g l d. \qquad (7)$$

Sie ist nach (6) unabhängig von der Lagerbelastung und wächst mit der Berührungsfläche.

Die Reibungsleistung pro Flächeneinheit der Zapfenprojektion ist

$$\dot{a}_r = r g. \qquad (8)$$

Wenn n die Umdrehungszahl pro Minute ist, können wir auch schreiben:

$$\dot{a}_r = r \frac{\pi n}{60} d. \qquad (8')$$

Aus dieser Gleichung folgt, daß die Intensität, mit der sich die Reibungsleistung über die gleitenden Flächen verteilt, abhängig ist vom Durchmesser des Zapfens und mit diesem

1) Siehe: H. Heimann, Versuche über Lagerreibung nach dem Verfahren von Dettmar. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1905, S. 1161. In dieser Abhandlung findet man auch die nötigen Literaturangaben.

wächst, daß sie aber unabhängig ist von seiner Länge. Diese vermehrt bloß die gesamte Reibungsarbeit, bleibt aber auf ihre Flächenintensität ohne Einfluß.

Trotzdem das in (6) ausgesprochene Gesetz schon seit 1884 bekannt ist und seitdem wiederholt durch neue Versuche bestätigt wurde, findet man noch immer in den Lehr- und Taschenbüchern die folgende Umformung:

$$\dot{a}_r = \mu \frac{P}{l} \frac{d\pi n}{6000} = \frac{\pi \mu}{6000} \frac{Pn}{l}. \qquad (9)$$

Aus dieser ergibt sich im Gegensatz zum Vorhergehenden, daß die Intensität der Reibungsleistung vom Durchmesser des Zapfens unabhängig ist und mit dessen Länge abnimmt. Die Formel (7) ist aber offenbar falsch, denn erstens ist μ eine Funktion von p und kann ohne dieses nicht bestimmt werden, und zweitens ist der Zusammenhang von p und μ nach (6) ein solcher, daß die Reibungsarbeit unabhängig von der Gesamtbelastung P wird.

Die Tatsache, daß man für große Geschwindigkeiten lange Lager wählt, läßt darauf schließen, daß in diesem Falle nur geringe spezifische Pressungen zulässig sind. Ein weiterer Grund ist der, daß das Schmieröl auf seinem Wege genügend Zeit findet, Reibungswärme aufzunehmen und dadurch zu kühlen.[1]) Es wäre aber auch nicht ausgeschlossen, daß diese langen Lager teilweise eine Folge der falschen Berechnungsmethode sind, und daß unter gegebenen Umständen auch bei sehr hohen Geschwindigkeiten kurze Lager vorteilhaft sind.

Die Werte, die für $\dot{a}_r$ aus Formel (8′) folgen, sind wesentlich kleiner als jene Werte, die man in Formel (9) einführt, um l zu bestimmen.

Wir hätten z. B. einen Stirnzapfen von $d = 90$ mm Durchmesser, der $n = 100$ Umdrehungen in der Minute macht, dann können wir nach Heimann[2]) setzen:

$$r = 0{,}06 \text{ kg/cm}^2.$$

Daraus folgt aus (8′)

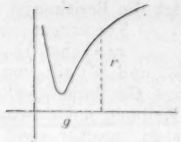
$$\dot{a}_r = 0{,}028 \text{ mkg/cm}^2\text{sek},$$

während der Wert des $\dot{a}_r$, den man in (9) einführt, um 1 herumschwankt und bei Kurbelzapfen bis zu 3 angenommen wird.

Was den Bau der Formel (6) betrifft, so erinnert er an das Mariottesche Gesetz. Es ist dies nicht die einzige formale Analogie zwischen den Reibungs- und den Wärmegesetzen. Betrachten wir die Abhängigkeit der spezifischen Reibungskraft von der Geschwindigkeit bei konstanter Temperatur, wie sie sich aus den Versuchen ergeben hat, so finden wir eine formale Übereinstimmung mit dem Verhalten zwischen überhitztem und gesättigtem Dampf.

1) Siehe Lasche, Mitteilungen über Forschungsarbeiten, Heft 9, S. 56.

2) Z. d. V. d. I. 1905, S. 1168, Fig. 6.



Die Figur zeigt den Verlauf einer solchen Kurve für ein bestimmtes p. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit, die wir als kritische Geschwindigkeit bezeichnen können, erhält die spezifische Reibungskraft, bezw. die Reibung ihren kleinsten Wert. Versuche haben ergeben, daß dieser bei konstanter Temperatur unabhängig vom Drucke ist. Dasselbe gilt auch für die Reibungswerte links vom Minimum, während jene rechts davon dem Druck umgekehrt proportional sind. Der abfallende Kurvenast entspricht der Trockenreibung, der aufsteigende der Flüssigkeitsreibung. Wir haben also zwischen beiden ein ähnliches Verhalten wie zwischen gesättigtem und überhitztem Dampf.[1])

Die Veränderlichkeit des r mit der Geschwindigkeit g kann man ausdrücken durch $T = \text{konst.}$

$$r = \left(\frac{r_0}{g_0{}^x}\right) g^x = c\, g^x. \qquad (10)$$

Dabei ergab sich bis zu Geschwindigkeiten von 4 m/sek aus den verschiedenen Versuchen der konstante Mittelwert

$$x = \frac{1}{2}.$$

Führen wir die Beziehung (10) mit $x = \frac{1}{2}$ in die Gleichungen (8) und (8′) ein, so erhalten wir

$$\dot{a}_r = c\, g^{1/2} \qquad (11)$$

$$\dot{a}_r = c\left(\frac{\pi}{60}\right)^{1/2} d^{1/2} n^{1/2}.$$

Setzen wir

$$c\left(\frac{\pi}{60}\right)^{1/2} = c_1,$$

so folgt:

$$\dot{a}_r = c_1\, d^{1/2} n^{1/2}. \qquad (11')$$

Während (8) und (8′) für konstantes g gilt, gilt (11) und (11′) für veränderliches g innerhalb der gegebenen Grenzen.

Lasche fand nun, daß für Geschwindigkeiten über 10 m/sek die Reibung unabhängig von g wird. Es ist also dann

$$x = 0.$$

1) Auch eine Art kritische Temperatur läßt sich aus den Versuchen erkennen. Wir sehen an den Figuren 10, 11 und 12 der Heimannschen Abhandlung, daß der kritische Punkt um so mehr nach links rückt, je niedriger die Lagertemperatur wird. Sinkt diese also unter einen bestimmten Wert, so findet kein Übergang zur trockenen Reibung mehr statt. Bei Dämpfen ist das Verhalten grade umgekehrt.

Daher gilt jetzt die Beziehung

$$T = \text{konst.}$$
$$r = \text{konst.}^{1})$$

Die Formel (8) und (8′) gilt von $g = 10$ m/sek an für beliebige Geschwindigkeiten.

Zwischen Reibung μ und Schalentemperatur T besteht bis zu ungefähr 100^0 C für

$$g = \text{konst.}, \quad p = \text{konst.}$$

Die Beziehung

$$T\mu = \text{konst.} \qquad (12)$$

Außerdem fand Heimann, daß man die Reibung umgekehrt proportional dem Lagerspielraum setzen könne. Er faßt sämtliche aus den Versuchen sich ergebende Beziehungen in die Formel zusammen:

$$p\mu T\vartheta = ag, \qquad (13)$$

wobei ϑ den Lagerspielraum, a eine der Viskositätskonstanten des Schmiermittels proportionale Größe bedeutet.

Führen wir diese Formel in (8) ein, so erhalten wir

$$a_r = \frac{a g^{x+1}}{T\vartheta}. \qquad (14)$$

Der zulässige Wert der spezifischen Reibungsleistung wird nun wesentlich davon abhängen, ob das Lager künstliche Kühlung erhält oder nicht. Setzen wir im letzteren Falle

$$a_r = k\pi(T - T_0) = k_1 \Delta T,$$

wobei T_0 die Lufttemperatur bedeutet und für k nach Lasches Versuchen von Stodola gesetzt wird

$$k = 1{,}62 + 0{,}0144\ \Delta T^{1}),$$

so folgt aus (14)

$$k_1\ T\Delta T = \frac{a g^{x+1}}{\vartheta}. \qquad (15)$$

Führen wir in diese Formel wieder d und n ein, so geht sie für $x = \frac{1}{2}$ über in

$$k_1\ T\Delta T = \frac{a}{\vartheta}\left(\frac{\pi}{60}\right)^{3/2} n^{3/2} d^{3/2} \qquad (15')$$

und für $x = 0$ in

$$k_1\ T\Delta T = \frac{a}{\vartheta}\frac{\pi}{60} n d. \qquad (15'')$$

Es sei noch bemerkt, daß sich die Verhältnisse, wie sie bei Stirnzapfen vorliegen, nicht ohne weiteres auf Spurzapfen übertragen lassen, wie man auch aus den Versuchen von Woodbury[2]) erkennen kann. Für diese Zapfen fehlt es zurzeit noch an umfassendem Versuchsmaterial, so daß sich über deren Berechnung wohl noch nichts Bestimmtes aussagen läßt.

1) Die Analogie mit dem Mariotteschen Gesetz ist also für hohe Umlaufzahlen der Welle größer als für kleine, da bei jenen die Abhängigkeit des $p\mu$ von der Geschwindigkeit aufhört.

1) Stodola, Die Dampfturbinen. 3. Aufl. 1905. S. 206.
2) Rudeloff, Woodburys Verfahren und Apparat zur Untersuchung des Reibungskoeffizienten von Schmierölen. Z. d. Ver. d. I. 1885, S. 450.

(Eingegangen 2. Mai 1906.)

BERICHTE ÜBER WISSENSCHAFTLICHE VERSAMMLUNGEN.

XIII. Hauptversammlung der deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie (früher Deutsche elektrochemische Gesellschaft) in Dresden am 20. bis 23. Mai 1906.[1])

Wenige Städte vermögen ihren Besuchern so Vieles und Schönes zu bieten wie Dresden, das somit bei Abhaltung von Kongressen sich besonders anziehungskräftig erweist. Daher war auch die in der ersten Hälfte der Himmelfahrtswoche daselbst tagende 13. Hauptversammlung der deutschen Bunsengesellschaft sehr zahlreich besucht und es hatten diesmal verhältnismäßig viele der Teilnehmer ihre Damen mitgebracht, deren Anwesenheit nicht verfehlte, dem geselligen Teile der Tagung besondere Behaglichkeit zu verleihen. Unter Gewitterbegleitung fand am Sonntag, den 20. Mai abends die Begrüßung der Teilnehmer im oberen Saale des kgl. Belvedere statt, wo alsbald reger Meinungsaustausch unter den Mitgliedern einsetzte.

Die eigentlichen Sitzungen, unter dem Vorsitze von Geh. Rat Nernst, begannen am Montag morgens 9 Uhr in der Aula der Technischen Hochschule. Nach den üblichen Begrüßungsansprachen und einigen Ergänzungen zum Geschäftsberichte, der sich gedruckt in den Händen der Teilnehmer befand, begann der wissenschaftliche Teil, an dessen Spitze eine Reihe von Vorträgen stand, welche von verschiedenen Seiten das zurzeit technisch und praktisch bedeutsame Thema der

Aktivierung des Stickstoffs

behandelten. Es sprachen zu diesem Gegenstande:

1. Geh. Rat Nernst aus Berlin über: Gleichgewicht und Bildungsgeschwindigkeit von Stickoxyd;

2. Prof. Fritz Foerster aus Dresden:

1) Bericht über die XII. Hauptversammlung: diese Zeitschr. **6**, 398, 1905.

Über die bisherigen technischen Versuche der Stickstoffverbrennung;

3. Prof. Le Blanc aus Karlsruhe über: Die analytische Bestimmung von Stickoxyd in der Luft;

4. Prof. Klaudy aus Wien über: Die Frage der technischen Überführung nitroser Gase in Salpetersäure oder salpetersaure Salze.

Voran ging dieser Vortragsreihe eine von Demonstrationen begleitete orientierende Einleitung von Prof. Foerster und an die gesamten Vorträge schloß sich eine langdauernde lebhafte Debatte, welche zur Genüge zeigte, wie einerseits der Gegenstand noch eine Fülle technisch und wissenschaftlich interessanter Fragen bietet und mit welchem Eifer andererseits von den verschiedensten Seiten das Problem in Angriff genommen wird.

Nach einer Frühstückspause wurde die lange Reihe der Einzelvorträge eröffnet durch

5. Geh. Rat Will aus Berlin, der über: Technische Methoden der Sprengstoffprüfung sprach; weiter trug

6. Dr. von Steinwehr aus Berlin vor über Studien der physikalisch-technischen Reichsanstalt, betreffend das Kadmiumnormalelement. Themata weiterer Vorträge am Montag Nachmittag waren:

7. Prof. Bredig aus Heidelberg: Über Katalyse im heterogenen System und ein neues Quecksilberoxyd (nach Versuchen mit den Herren Teletow, Spaer, v. Antropoff und Marck);

8. Prof. Cohen aus Utrecht: Physikalisch-chemische Untersuchungen über Silber und Gold.

9. Prof. Abegg aus Breslau: Die Selbstzersetzung der Nitrite und ein dabei auftretendes Gleichgewicht (nach Versuchen von Pick);

10. Dr. Siedentopf aus Jena: Über ein neues physiko-chemisches Mikroskop. (In einem Zimmer des Physikalischen Instituts wurde mittels dieses Instruments durch Projektion die überaus merkwürdige und rätselhafte, aber hochinteressante Erscheinung der von Lehmann beobachteten scheinbar lebenden Kristalle gezeigt.)

Daran schloß sich nunmehr ein gemeinsames Essen und der Besuch der Festvorstellung in der kgl. Oper.

Der nächste Tag, Dienstag, der 22. Mai, brachte morgens 9 Uhr zunächst die folgenden Vorträge im großen Hörsale des chemischen Instituts:

11. Prof. Luther aus Leipzig: Räumliche Fortpflanzung chemischer Reaktionen.

12. Geh. Rat Hempel aus Dresden: Über die Bestimmung des Stickoxyduls.

13. Prof. Bodenstein aus Leipzig: Fermentative Bildung und Verseifung von Estern. (Nach Versuchen von Herrn Dietz.)

Die Sitzung wurde alsdann im Auditorium des Physikalischen Instituts fortgesetzt, wo zuerst der überaus interessante zusammenfassende Vortrag von

14. Prof. Lummer aus Breslau: Über Strahlungsgesetze stattfand. Im Anschluß daran demonstrierte Prof. Lummer in einem anderen Raume die Erscheinung des Zeeman-Effektes an den Komponenten einer Quecksilberlinie.

Nachdem der wissenschaftliche Teil für einige Zeit durch eine geschäftliche Sitzung (Wahlen usw.) unterbrochen worden war, fanden noch die beiden folgenden Vorträge statt.

15. Prof. Coehn aus Göttingen: Über Ammonium.

16. Prof. Dolezalek aus Göttingen: Über ein neues direkt zeigendes Elektrometer.

Die Nachmittagssitzung (unter dem Vorsitz von Geh. Rat van't Hoff aus Berlin) brachte noch die folgende Reihe von Vorträgen:

17. Prof. Lottermoser aus Dresden: Das Verhalten der irreversiblen Hydrosole Elektrolyten gegenüber und damit zusammenhängende Fragen.

18. Dr. Zsigmondy aus Jena: Über Teilchengrößen in Hydrosolen und über Schutzwirkung.

19. Dr. Siedentopf aus Jena: Über kolloidale Alkalimetalle.

20. Privatdozent Dr. Sackur aus Breslau: Passivität und Katalyse.

21. Prof. Dutoit aus Lausanne: Über molekulare Leitfähigkeit, Betrag und Gesetze der Dissoziation organischer und anorganischer Lösungsmittel.

22. Dr. Timmermanns aus Brüssel: Über kritische Lösungstemperaturen von ternären Gemengen.

Damit war die für die Sitzungen vorgesehene Zeit verbraucht, keineswegs aber das angemeldete Material an Vorträgen erledigt, da nicht weniger als 11 Vorträge ausfallen mußten, also noch Material für einen weiteren Sitzungstag gewesen wäre, mit welchem man in späteren Jahren wohl von vornherein wird rechnen müssen, um derartige Unannehmlichkeiten, die sich diesmal nicht vermeiden ließen, künftig auszuschließen. Ein in bester Stimmung verlaufenes Festessen beschloß den Tag.

Der Schlußtag brachte eine überaus wohlgelungene und stark frequentierte Tour nach der Bastei, bei der sich noch einmal die Liebenswürdigkeit der Dresdener Herren und Damen des Ortsausschusses, der die Tagung in jeder

Beziehung außerordentlich viel verdankt, im hellsten Lichte zeigte. Jeder der Teilnehmer wird gewiß mit Genuß der einzelnen Phasen des Kongresses sich erinnern und gerne die Gelegenheit ergreifen, einmal eine andere wissenschaftliche Versammlung in Dresden zu besuchen. Emil Bose.

(Eingegangen 29. Mai 1906.)

BESPRECHUNGEN.

Richard Ehrenfeld, Grundriß einer Entwicklungsgeschichte der chemischen Atomistik, zugleich Einführung in das Studium der Geschichte der Chemie. Heidelberg, Carl Winters Verlag 1906. M. 8,—.

Wer sich über die Geschichte der Atomistik in Kürze orientieren will, wird das vorliegende, mit Geschick abgefaßte Werk gerne zu Rate ziehen. E. Bose.

(Eingegangen 1. Mai 1906.)

Jäger, G., Die Fortschritte der kinetischen Gastheorie. (Die Wissenschaft. Heft 12.) 8. IX u. 121 S. mit 8 Abbildungen. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1906. M. 3,50.

Obgleich der Referent eine etwas umfassendere und vollständigere Darstellung der Fortschritte der kinetischen Theorie etwa im Anschluß an das Boltzmannsche Werk und demnach ohne die umfangreiche Einleitung vorgezogen hätte, möchte derselbe dennoch nicht versäumen, das Werkchen auch in dieser Gestalt den Lesern der Zeitschrift angelegentlich zu empfehlen. E. Bose.

(Eingegangen 1. Mai 1906.)

Hugo Kaufmann, Die Beziehungen zwischen Fluoreszenz und chemischer Konstitution. (Sammlung chemischer und chem.-technischer Vorträge.) Lex. 8. 102 S. mit 1 Kurve. Stuttgart, F. Enke. 1906. M. 2,40.

Der interessante Gegenstand in zusammenfassender Bearbeitung von berufener Seite. E. Bose.

(Eingegangen 1. Mai 1906.)

E. Ebstein, Aus G. C. Lichtenbergs Correspondenz. 8. VI u. 107 S. mit 1 Tafel und Textabbildungen. Stuttgart, F. Enke. 1905. M. 2,40.

Die letzten zehn Jahre haben eine ganze Reihe von Lichtenbergianis erscheinen lassen, unter denen die dreibändige Briefausgabe (von Leitzmann und Schüddekopf 1901—04) die bei weitem bedeutendste und interessanteste Publikation ist. Gegenüber den hierin veröffentlichten 848, meist recht umfangreichen Briefen des ersten Göttinger Physikers erscheint das Ebsteinsche Supplement nicht sehr belangreich. Die 41, oft nur aus wenigen Zeilen bestehenden Briefe an den Professor der Physik Hindenburg in Leipzig bringen kaum etwas Neues, wenn man nicht den darin erwähnten Versuch Hindenburgs, der Konstruktion einer Quecksilberluftpumpe im Jahre 1787 dahin rechnen will. Die Berichte L.s an das Universitäts-Kuratorium melden von Ortsbestimmungen, welche L. in Hannover, Stade und Osnabrück im Auftrage der Regierung unternommen hat, was auch schon bekannt war. Das Stammbuchblatt (Nr. 1) wäre im Interesse des Autors besser unediert geblieben. Auch den Satiriker L. lernen wir aus dem Ebsteinschen Werkchen kaum kennen. Die den Briefen vom Herausgeber zugefügten Kommentare lassen diesen als einen genauen Kenner der Göttinger literarischen Beziehungen in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts erscheinen. Daß L., wie E. S. 70 angibt, erst 1786 zum Ordinarius befördert wurde, dürfte wohl ein Irrtum sein, es geschah dies schon im Jahre 1775. Behrendsen.

(Eingegangen 23. Februar 1906.)

Briefkasten.

An die Redaktion der Physikalischen Zeitschrift.

Im Briefkasten von Nr. 8 dieser Zeitschrift befindet sich eine Notiz des Herrn Otto von Bronk, in welcher derselbe die Richtigkeit meiner im Jahrgang **3**, 468 u. f. veröffentlichten Untersuchungen „Über die Empfindlichkeit und Trägheit von Selenzellen" in Frage zu stellen sucht.

Nun enthält aber diese Notiz nicht etwa den Nachweis von Fehlern meiner Messungen, sondern lediglich die Behauptung, daß mindestens zwei der beschriebenen Zellen, namentlich Nr. 69 und Nr. 77, nicht von mir, sondern von ihm hergestellt seien.

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß der wissenschaftliche Wert der genannten Arbeit nicht im geringsten leiden würde, wenn seine Behauptung wahr wäre. Außerdem ist bekanntlich die Richtigkeit meiner Untersuchungen längst von zahlreichen Fachleuten nachgeprüft und bestätigt worden.

Obige Behauptung des Herrn von Bronk entbehrt aber jeder Grundlage.

Als Beweis wird der Wortlaut des Vertrages vom 24. August 1901 angeführt, aus dem hervorgehen soll, daß ich zur fraglichen Zeit (1900!) überhaupt noch keine Selenzellen hätte herstellen können. Meine sehr sorgfältig geführten Laboratoriumsbücher ergeben aber, daß ich bereits im Jahre 1898 Selenzellen hergestellt habe.

Die Nummern 69 und 77 lassen überdies erkennen, daß ich mit Nr. 1 bereits geraume Zeit vor 1902 angefangen haben muß.

Herrn von Bronk im besondern ist es sehr wohl bekannt, daß ich Selenzellen schon vor Abschluß des Vertrages (24. August 1901) hergestellt habe, denn es sind ihm solche

z. B. in Gegenwart seines (am 27. Juni 1901 verstorbenen) Sozius Fr. Clausen in meinem Laboratorium vorgelegt und vorgemessen worden.

Was speziell die beiden von Herrn von Bronk als sein Erzeugnis bezeichneten Zellen Nr. 69 und 77 anbetrifft, so befinden sich dieselben noch heute in meinem Besitz und stehen dem geehrten Einsender der Briefkastennotiz gern zur Besichtigung zur Verfügung, damit er sich selbst von der Unrichtigkeit seiner Behauptung überzeugen kann. Schon aus den in meiner Arbeit angeführten Dimensionen der Zelle Nr. 77 hätte Herr von Bronk erkennen können, daß diese Zelle, entgegen seiner Annahme, nicht von ihm hergestellt sein kann, da er Zellen mit den ganz außergewöhnlichen Maßen 30×25 mm meines Wissens nie hergestellt hat. Jedenfalls habe ich eine derartige Zelle von Herrn von Bronk weder direkt noch indirekt erhalten.

Übrigens ist auch die Zelle Nr. 112 noch vorhanden.

Die zylindrische Zelle Nr. 8 kommt als von Bronksches Erzeugnis schon deshalb nicht in Frage, weil Herr von Bronk zylindrische Selenzellen in evakuierter Glasbirne vor Juni 1902 überhaupt nicht angefertigt hat.

Die in meiner Arbeit mit angeführte fünfte, Clausen- und von Bronksche Selenzelle endlich wurde nicht wegen ihrer geringen Lichtempfindlichkeit oder weil sie die „schlechteste" war, sondern wegen ihres anormalen, interessanten Verhaltens zur Beschreibung mit herangezogen.

Auch die von Bronksche Angabe, daß ich an anderer Stelle, nämlich im Mechaniker, Jahrgang 9, S. 88/89, „ganz andere Prüfungsergebnisse" über die Clausen und von Bronkschen Zellen veröffentlicht hätte, ist unzutreffend. An der angeführten Stelle wird nämlich hinsichtlich der Lichtempfindlichkeit dieser Zellen auf die Seite 42 derselben Zeitschrift verwiesen, und dort ist dieselbe auch nur als gleich 3 bis 10 angegeben.

Eine Lichtempfindlichkeit von 3 bis 10 war außerdem damals, wo sich die Selenzellen-Fabrikation noch in den ersten Anfängen befand und sowohl der Grad der Lichtempfindlichkeit als auch die Höhe des Widerstandes von Zufälligkeiten abhängig war (Clausen und von Bronk, Broschüre S. 5) nichts „Schlechtes"; nur einige Zellen besaßen eine höhere Lichtempfindlichkeit.

Die Herren Clausen und von Bronk selbst schreiben z. B. im Anfang des Jahres 1901:

„Bei einigen Zellen geht der Widerstand durch intensive Beleuchtung auf das 10- bis 15fache des Ursprünglichen herab." (Soll offenbar heißen: sinkt der Widerstand auf den 10. bis 15. Teil herab. E. R.)

Heute freilich, wo Zellen mit einer Empfindlichkeit von mehreren Hundert nichts Seltenes mehr sind, sollte sich Herr von Bronk, schon aus Geschäftsrücksichten, nicht um die Vaterschaft von Zellen wie Nr. 69 und 77 bewerben.

Endlich bedarf der Schlußsatz der von Bronkschen Notiz insofern einer Berichtigung, als ich mich nie für den „Erfinder des Luftabschlusses von Selenzellen" ausgegeben habe. Herrn von Bronk aber als solchen zu bezeichnen, hatte ich gar keine Veranlassung, da dieser Gedanke zuerst von Tomlinson angegeben worden ist. Für mich nehme ich nur die Anordnung einer zylindrischen Selenzelle in evakuierter Glasbirne in Anspruch und hierüber dürften keine irrigen Ansichten verbreitet sein.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen zu dem Vertrage. Dieser hatte, wie aus seinem Wortlaut hervorgeht, für mich lediglich den Zweck, die von den Herren Clausen und von Bronk angewendete Methode der Herstellung von Selenzellen kennen zu lernen, weil mich Herr von Bronk, jedenfalls nicht ohne Absicht, in den Glauben versetzt hatte und erhielt, daß er ein besonderes geheim gehaltenes Sensibilisierungsverfahren anwende. Herr von Bronk seinerseits aber war wohl willens, durch diesen von ihm redigierten Vertrag eine ihm drohende Konkurrenz zu unterdrücken.

Nachdem er mir sein angebliches Geheimverfahren mitgeteilt hatte, erklärte ich ihm sofort, daß seine Mitteilungen absolut nichts enthielten, was mir nicht schon aus eigner Erfahrung und aus der Literatur, teilweise sogar als unrationell bekannt sei.

Das hat er dann später, als der angeführte Vertrag aufgehoben wurde, nachdem er einen auf Grund desselben angestrengten Prozeß zurückgenommen hatte, auch selbst schriftlich anerkannt:

„Herr von Bronk erkennt durch seine Namensunterschrift an, daß seine, dem Vertrage vom 24. August 1901 zugrunde liegenden Mitteilungen, die Herstellung von Selenzellen betreffend, keine Angaben enthielten, die nicht zu jener Zeit bereits durch die physikalische Literatur bekannt waren.

Berlin, 6. Mai 1904.

gez. Otto von Bronk.

Hiernach wird man den wahren Wert, den die von Bronkschen Mitteilungen für mich hatten, richtig beurteilen können.

Ernst Ruhmer.

Berlin, 10. Mai 1906. Physikalisches Privat-Laboratorium.

(Eingegangen 11. Mai 1906.)

An die Redaktion der Physikalischen Zeitschrift.

Sehr geehrte Redaktion!

Auf die Ruhmerschen Bemerkungen habe ich folgendes zu erwidern:

Zunächst muß ich es sehr bezweifeln, daß der wissenschaftliche Wert der Ruhmerschen Arbeiten nicht leiden würde, wenn meine Behauptungen wahr wären, denn bei derartigen Untersuchungen hängt doch fast alles von der Gewissenhaftigkeit und Wahrheitsliebe des Beobachters ab, dessen Untersuchungen später nur mit denselben Selenzellen nachgeprüft werden können.

Herr Ruhmer behauptet, daß er schon vor Abschluß des Vertrages 1901 Selenzellen hergestellt hat und führt für diese Behauptung „seine sehr sorgfältig geführten Laboratoriumsbücher", ferner die vorgeschrittenen Nummern 69 und 77, deren Reihe er notwendigerweise doch mit 1 angefangen haben muß und meinen verstorbenen früheren Sozius sowie mich als Zeugen an. Was nun mein Zeugnis betrifft, so weise ich es ganz entschieden als unwahr zurück, daß es mir bekannt sein soll, Ruhmer habe schon vor Abschluß des Vertrages (24. August 1901) Selenzellen hergestellt. Weder mir, noch Herrn Clausen ist in meiner Gegenwart vor dem Vertrage jemals eine von Herrn Ruhmer gefertigte Selenzelle vorgemessen oder auch nur gezeigt worden. Es wäre, wenn die Behauptung Ruhmers, daß er seit 1898 schon Selenzellen herstellt, zutreffen würde, auch sehr verwunderlich, daß in den zahlreichen Veröffentlichungen Ruhmers vor dem Jahre 1902 keine einzige Stelle auffindbar ist, in der von selbstgefertigten Selenzellen die Rede ist. Man beachte ferner die nachfolgenden Stellen aus zwei Briefen, die Ruhmer kurze Zeit vor dem Vertrage an mich geschrieben hat. Am 16. April 1901 schreibt Ruhmer:

> „Ich möchte von Ihnen eine extra feine Selenzelle haben, da ich anläßlich des Simonschen Vortrages mein Photographophon in natura vorführen will. Geben Sie mir eine prima Zelle, mache ich für Sie vor dem versammelten Elektrotechn. Verein Reklame, indem ich hervorhebe, daß ohne Ihre Zelle mein Photographophon nie das Licht der sprechenden Bogenlampe erblickt hätte."

und am 3. August 1901:

> „Kann ich in nächster Zeit auf die leihweise Überlassung von einigen guten Zellen rechnen? Sie erhalten sie alle wieder, ich möchte nur etwas damit probieren. Am liebsten wären mir 12 oder 16 Stück, damit ich die Schaltung vornehmen kann."

Ferner steht diese Behauptung auch in direktem Gegensatz zu der Verteidigungsschrift Ruhmers in der erwähnten Klage, in der Ruhmer am 21. Januar 1902 schreibt:

> „Beklagter (E. Ruhmer) hat aber auch keine Selenzellen anderweitig bezogen oder selbst hergestellt und bisher nur einige vom Kläger (v. Bronk) bezogene Selenzellen verkauft."

Es liegt mir weniger daran, meine Vaterschaft an einigen Selenzellen mehr oder weniger nachzuweisen, als die nicht einwandfreie Art zu kennzeichnen, in der Herr Ruhmer bei wissenschaftlichen Arbeiten vorgeht. Bei objektiver Prüfung der Ruhmerschen Veröffentlichung und besonders der Empfindlichkeitstabellen wird man sich nicht der Einsicht verschließen können, daß hier unter dem Deckmantel wissenschaftlicher Arbeit eine ganz unberechtigte Reklame getrieben wird.

Wenn schon in unserer Broschüre (**1900**, nicht 1901) die damalige Empfindlichkeit unserer Zellen mit 10—15fach angegeben war, wie durfte dann Herr Ruhmer eine ganz minderwertige Selenzelle einfach als Zelle von Cl. u. v. B. bezeichnen.

Da Herr Ruhmer meinen Hinweis auf seine Arbeit im „Mechaniker" 1901, Nr. 8, als „unzutreffend" bezeichnet, so bin ich genötigt, die in Betracht kommende Stelle wörtlich wiederzugeben. Der Leser möge sich dann selbst von der Richtigkeit überzeugen:

> „Verfasser dieses (Ruhmer) besaß eine kleine Clausen u. v. Bronksche Selenzelle von 12000 Ohm Widerstand, mittels der es möglich war, das auf dieselbe fallende sprechende Licht zu Gehör zu bringen, ohne daß man das Telephon an das Ohr zu nehmen brauchte. Jeder, der sich einmal mit photophonischen Versuchen beschäftigt hat, wird über diese Behauptung ungläubig den Kopf schütteln, und dennoch besaß jene Zelle diese außergewöhnliche Empfindlichkeit."

Da jetzt Selenzellen mit einer Empfindlichkeit von mehreren Hundert nichts Seltenes mehr sein sollen, so ist es doch verwunderlich, daß Herr Ruhmer in seinen neuesten Prospekten die Empfindlichkeit seiner Zellen mit 1 : 10 als „normale" angibt und sich jeden Grad der darüber hinaus gehenden Empfindlichkeit mit 2 Mark extra bezahlen läßt, so daß also eine derartige Selenzelle viele Hundert Mark kosten würde.

Wenn tatsächlich Tomlinson, den Herr Ruhmer in seinen Veröffentlichungen jetzt zum ersten Male nennt, schon vor mir den Gedanken des Luftabschlusses angegeben hat, wie konnte Herr Ruhmer dann schreiben (E. T. Z. 1904, Heft 48, S. 1023):

> „Da diese Selenidbildung durch die Luftfeuchtigkeit sehr begünstigt wird, so führte ich den luftdichten Abschluß der Zellen ein, welcher sich sehr gut bewährt hat."

Solange Herr Ruhmer aber keine Quelle für seine Behauptung angeben kann, muß ich die Priorität für mich in Anspruch nehmen, denn nachweislich habe ich bereits im Jahre 1898 Selenzellen in evakuierter Glasröhre angefertigt.

Die Bemerkungen Ruhmers zu dem Vertrage bedürfen einiger Richtigstellungen. Als Herr Ruhmer mich im August 1901 um die Mitteilung meiner Erfahrungen in der Herstellung von Selenzellen bat, erklärte er, nur rein wissenschaftliches Interesse daran zu haben und versprach deshalb in dem von ihm selbst geschriebenen Vertrag, die gewonnene Kenntnis nicht auszubeuten. Welches wissenschaftliche Interesse hier maßgebend war, zeigte bald darauf der schwunghafte Handel, den Ruhmers Laboratorium mit Selenzellen eröffnete. Daraus geht am besten hervor, welchen großen Wert die auf Grund des Vertrags 1901 Herrn Ruhmer gemachten Aufklärungen über die Anfertigung lichtempfindlicher Selenzellen für ihn gehabt haben. Neue, bis dahin noch unveröffentlichte physikalische Tatsachen habe ich Herrn Ruhmer allerdings nicht verraten und auch nicht versprechen können, weil über die Anfertigung lichtempfindlicher Selenzellen sich in der physikalischen Literatur (wenn auch sehr zerstreut) völlig genügendes Material vorfand. Wenn nun Herr Ruhmer es vorzog, statt diese Literatur aufzusuchen und vor allem selber Versuche zu machen, um die nötigen Erfahrungen zu sammeln, den weit bequemeren Weg des Vertrages wählte, so wird er dazu wohl seine guten Gründe gehabt haben. Schreibt er doch nach dem Vertrage (Techn. Rundschau 1902, Nr. 28, S. 339):

> „Die Herstellung guter lichtempfindlicher Zellen ist insofern mit großen Schwierigkeiten verknüpft, als das im Handel vorkommende amorphe Selen erst durch längeres Erwärmen in die kristallinische Modifikation übergeführt werden muß, ein Verfahren, welches viel Geschick und Erfahrung erfordert und daher dem Uneingeweihten fast nie gelingt."

Daß dieses auch meine Ansicht ist, geht aus der erwähnten Broschüre „Clausen u. v. Bronk, Neue Erscheinungen auf dem Gebiete der Physik, Berlin 1900" hervor, in der diese Auffassung mit denselben Worten (!!) (Seite 4) bereits zwei Jahre früher ausgesprochen ist. Sie bestätigt nur den alten Erfahrungssatz, daß zwischen theoretischem Wissen und praktischem Können eine Grenze sein kann.

Zum Abschluß des Vergleichs vom 6. Mai 1904 und zur Zurücknahme der Klage habe ich mich auf Anraten meines Rechtsbeistandes einzig und allein nur deshalb entschlossen, weil der Prozeß aussichtslos erschien, da Herr Ruhmer den Einwand erhob, daß nicht er, sondern sein Vater, der durch keinen Vertrag gebunden war, die Selenzellen herstelle und verkaufe.

Berlin, 17. Mai 1906.

Otto v. Bronk.

(Eingegangen 19. Mai 1906.)

Tagesereignisse.

Anläßlich der im September dieses Jahres in Stuttgart stattfindenden 78. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte wird, wie in den früheren Jahren, eine Ausstellung naturwissenschaftlicher und medizinischer Gegenstände stattfinden, welche auf Neuheiten beschränkt sein soll.

Alle näheren Auskünfte erteilt der Vorsitzende des Ausstellungsausschusses Herr Oberstudienrat Dr. Lampert, Stuttgart, Archivstr. 3, an welchen auch eventuelle Anmeldungen zu richten sind.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Dr. Luzius Hanni **habilitierte** sich für Mathematik an der Wiener Universität.

Ernannt wurden der Privatdozent für Chemie und Abteilungsvorsteher an der chemischen Anstalt der Marburger Universität, Dr. phil. Rud. Schenck zum etatmäßigen Professor für physikalische Chemie an der Technischen Hochschule in Aachen, der Leiter des Maschinenbaues der Friedrich Wilhelm-Hütte, Betriebsdirektor Wallichs in Mülheim (Ruhr) zum etatmäßigen Professor für Werkzeugmaschinen- und Maschinenfabrikation an der Technischen Hochschule in Aachen, der bisherige Privatdozent Professor Dr. phil. Paul Gruner in Bern zum a. o. Professor für theoretische mathematische Physik an der Basler Universität.

Es wurde **verliehen** dem Professor der Maschinenkunde Fischer, dem Professor der Geodäsie Pattenhausen und dem Professor der Farbenchemie Dr. Möhlau an der Technischen Hochschule in Dresden Titel und Rang als Geh. Hofrat, den Privatdozenten der Chemie an der Universität Berlin Dr. O. Diels und Dr. Karl Neuberg der Professortitel.

Dem Professor der Physik an der Universität Wien Hofrat Dr. Ludwig Boltzmann ist der Preis der Peter Wilhelm Müller-Stiftung zu Frankfurt a. M. für höchste Leistungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften, bestehend in einer goldenen Medaille und einem Ehrensold von 9000 Mark, verliehen worden.

Gestorben der Assistent am elektrotechnischen Institut der Universität München Dr. Herbert Fischer.

Gesuche.

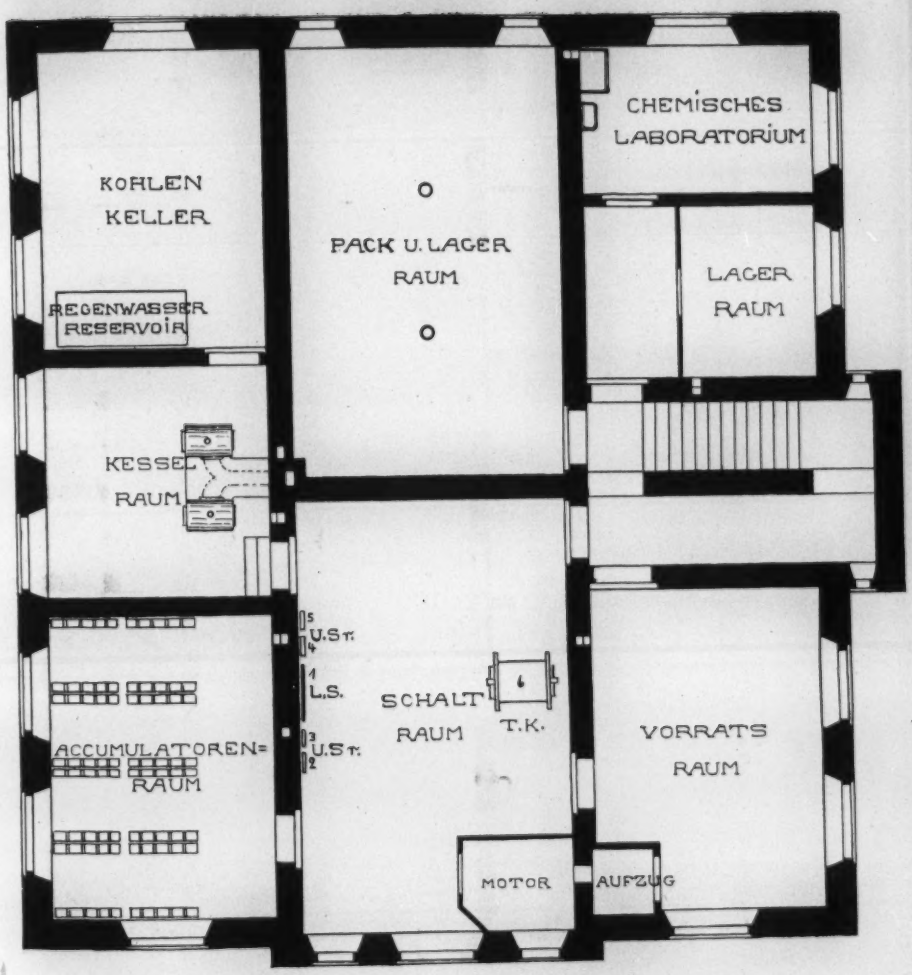
University of Manchester:

(The Owens College).

Harling Research Fellowship.

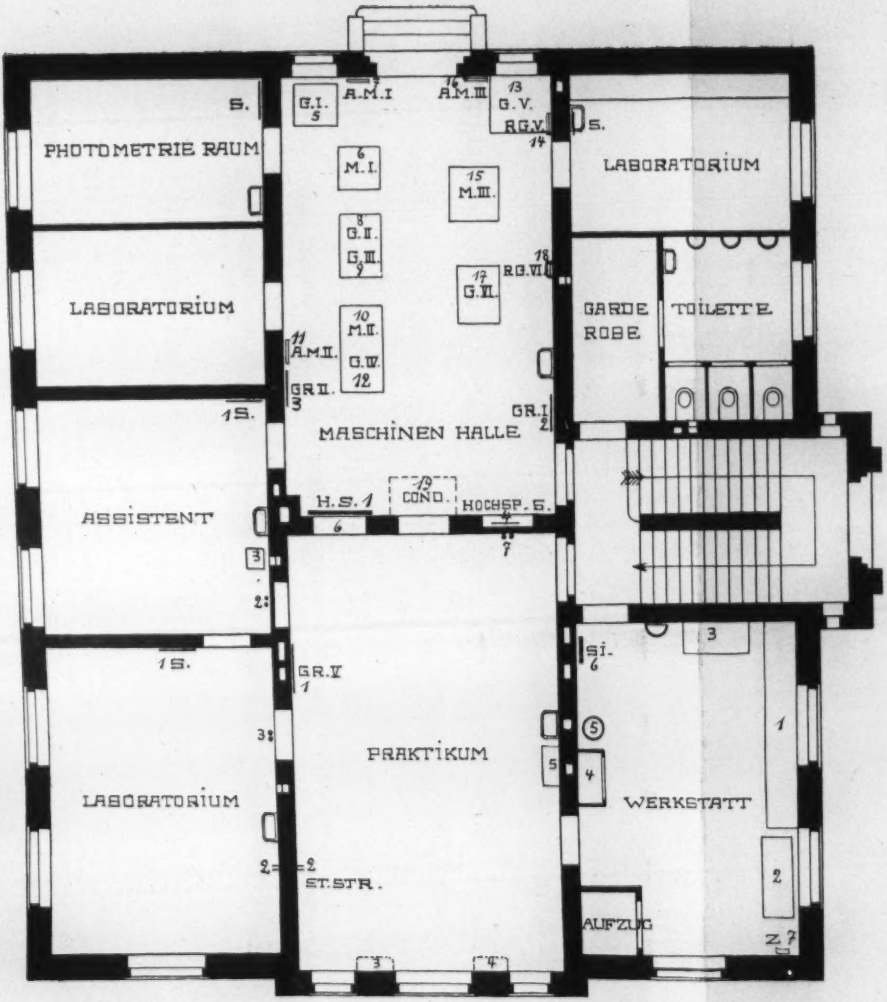
A Research Fellowship in **Pure** or **Applied Physics** of the value of £ 125 per annum is offered for award in July next. Candidates must give evidence of being able to conduct an independent research, state if possible the nature of the research they intend to pursue under the direction of the Professor of Physics, (Dr. A. Schuster) and give particulars of their previous training and education. Applications should be sent not later than June 20th to the Registrar from whom details of conditions may be obtained.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.



GRUNDRISS DES KELLERGESCHOSSES

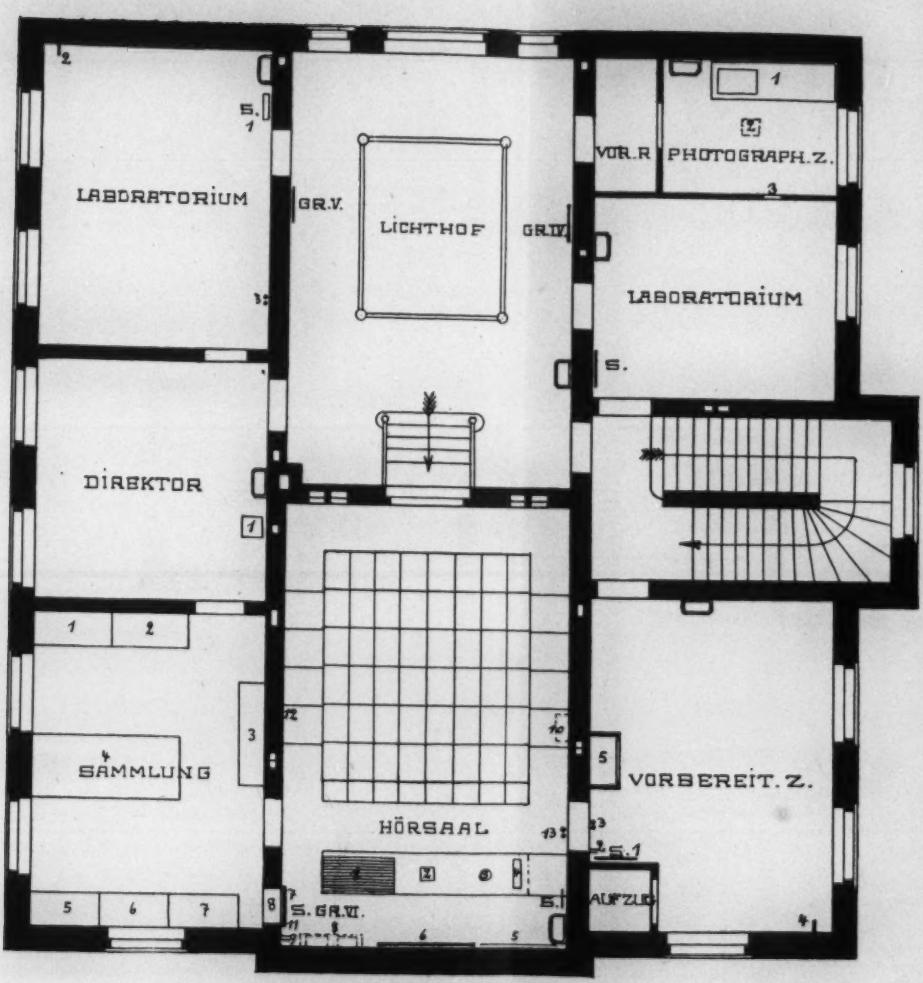
Fig. 3.



GRUNDRISS DES ERDGESCHOSSES

Fig. 4.

Institut für angewandte Elektrizität in Göttingen.



GRUNDRISS DES OBERGESCHOSSES

Fig. 5.

Schaltungsschema für das Ha

Die gesamte elektrische Anlage wurde von der Elektrizitätsge

Zeichenerklärung.

- Ampèremeter
- Voltmeter
- Sicherung
- Umschalthebelsatz
- Einpol. Hebelumschalter
- Doppel. Hebelumschalter
- Anschlußsatz
- Maximalschalter
- Minimalschalter
- Abkühlungsisolator
- Voltmeterumschalter

Obergeschoss

220 V | E. Zentr. | Gruppe V

Laboratorium V

Zu den Zimmeranschlüssen

Hauptverteilungstafel

Gruppe IV

Zu den Zimmeranschlüssen | Nach Laboratorium V

220 V | E. Zentr. | Gruppe V

Laboratorium IV

Zu den Zimmeranschlüssen

Hauptverteilungstafel

Gruppe V

Nach Laboratorium IV | Zu den Zimmeranschlüssen

Erdgeschoss

220 V | E. Zentr. | Gruppe I

Laboratorium I

Zu den Zimmeranschlüssen

Hauptverteilungstafel

Gruppe I

Zu den Zimmeranschlüssen

220 V | E. Zentr. | Gruppe II

Laboratorium II

Zu den Zimmeranschlüssen

220 V | E. Zentr. | Gruppe III

Projektionsraum

Zu den Zimmeranschlüssen

220 V | E. Zentr. | Gruppe II

Photometerraum

Zu den Zimmeranschlüssen

Kellergeschoss

220 V | E. Zentr. | Gruppe I

Chem. Laboratorium

Regulator

Anlasser

GENERATOR I

MOTOR I

Maschinen

GENERATOR II

MOTOR II

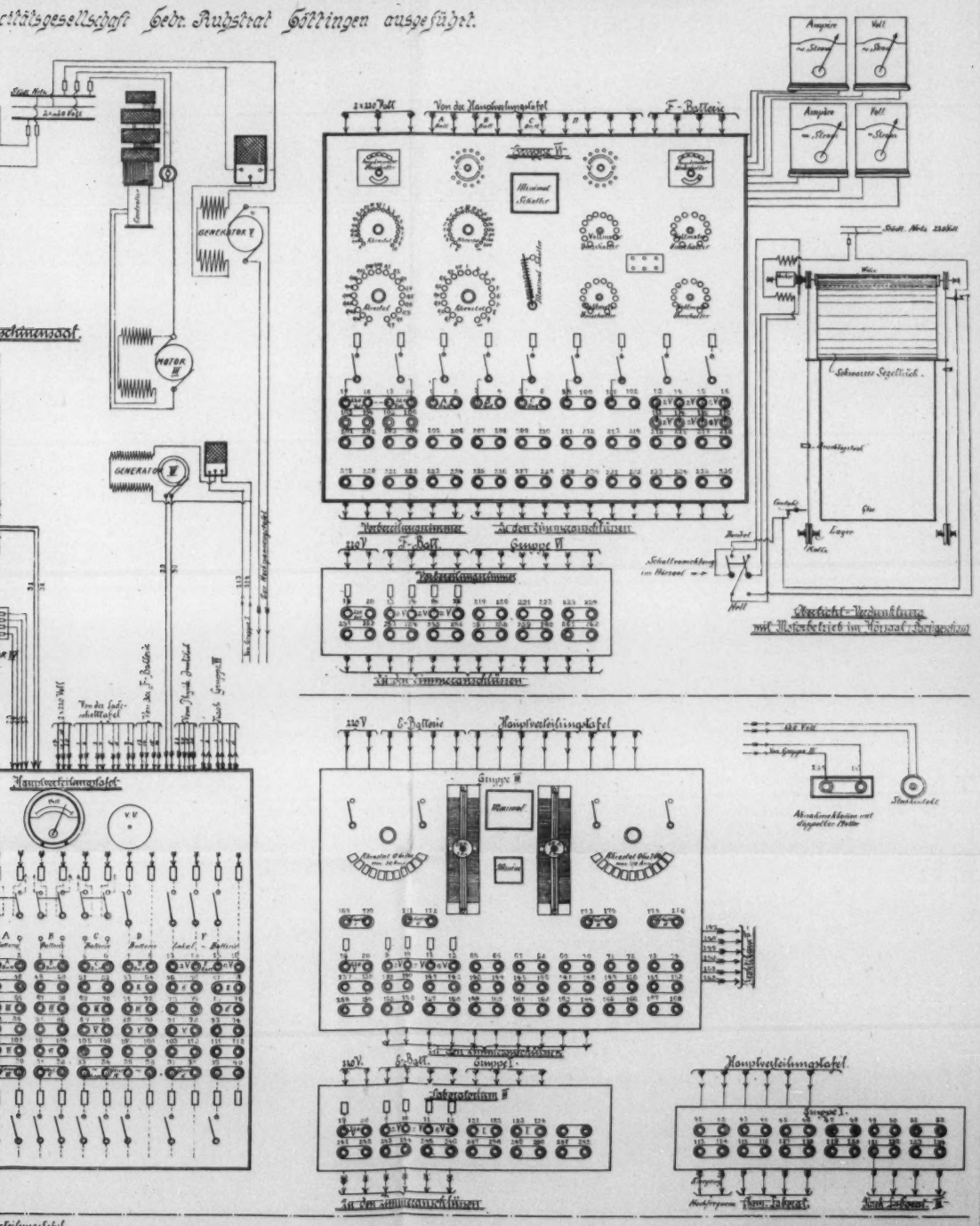
GENERATOR III

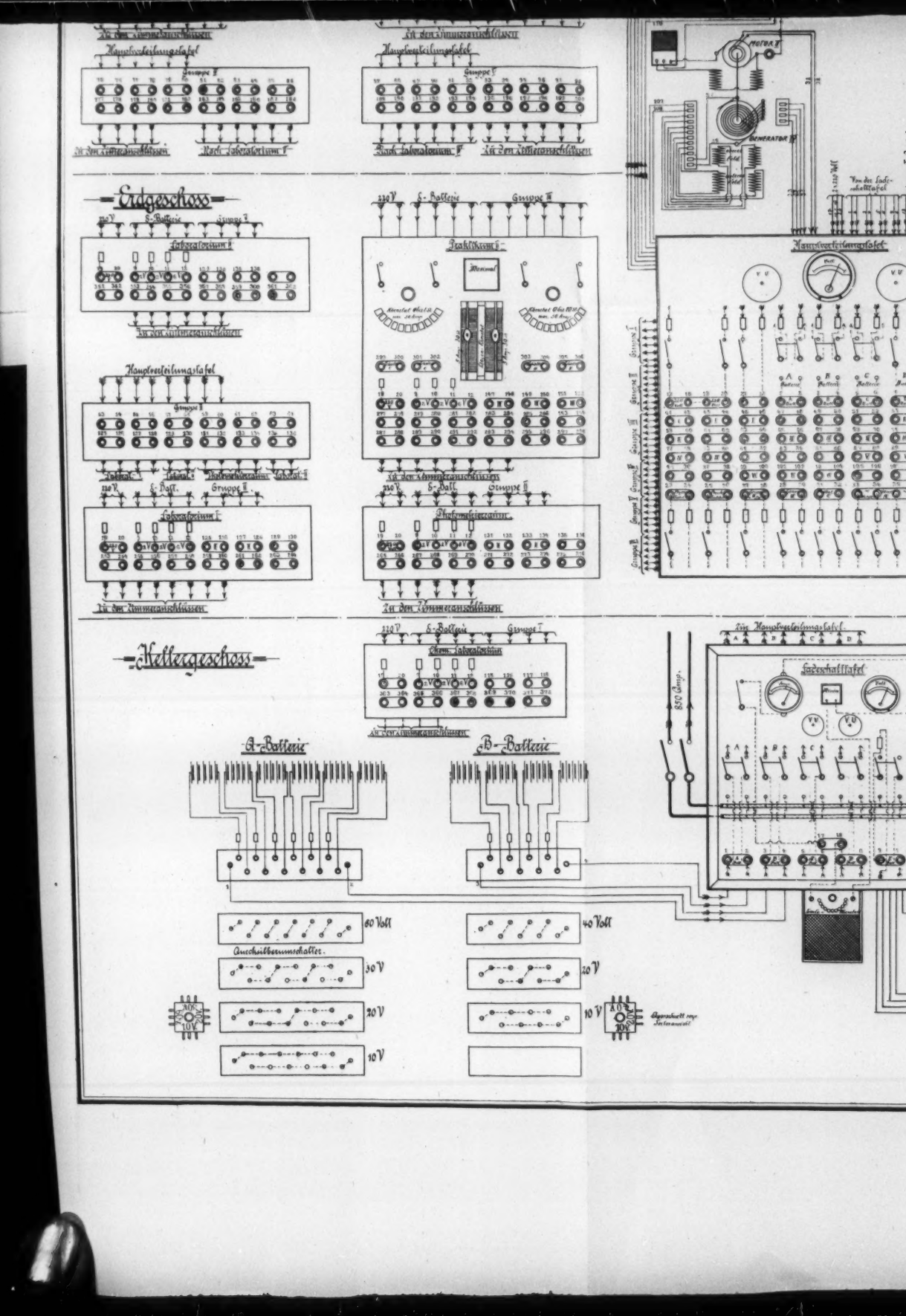
Hauptverteilungstafel

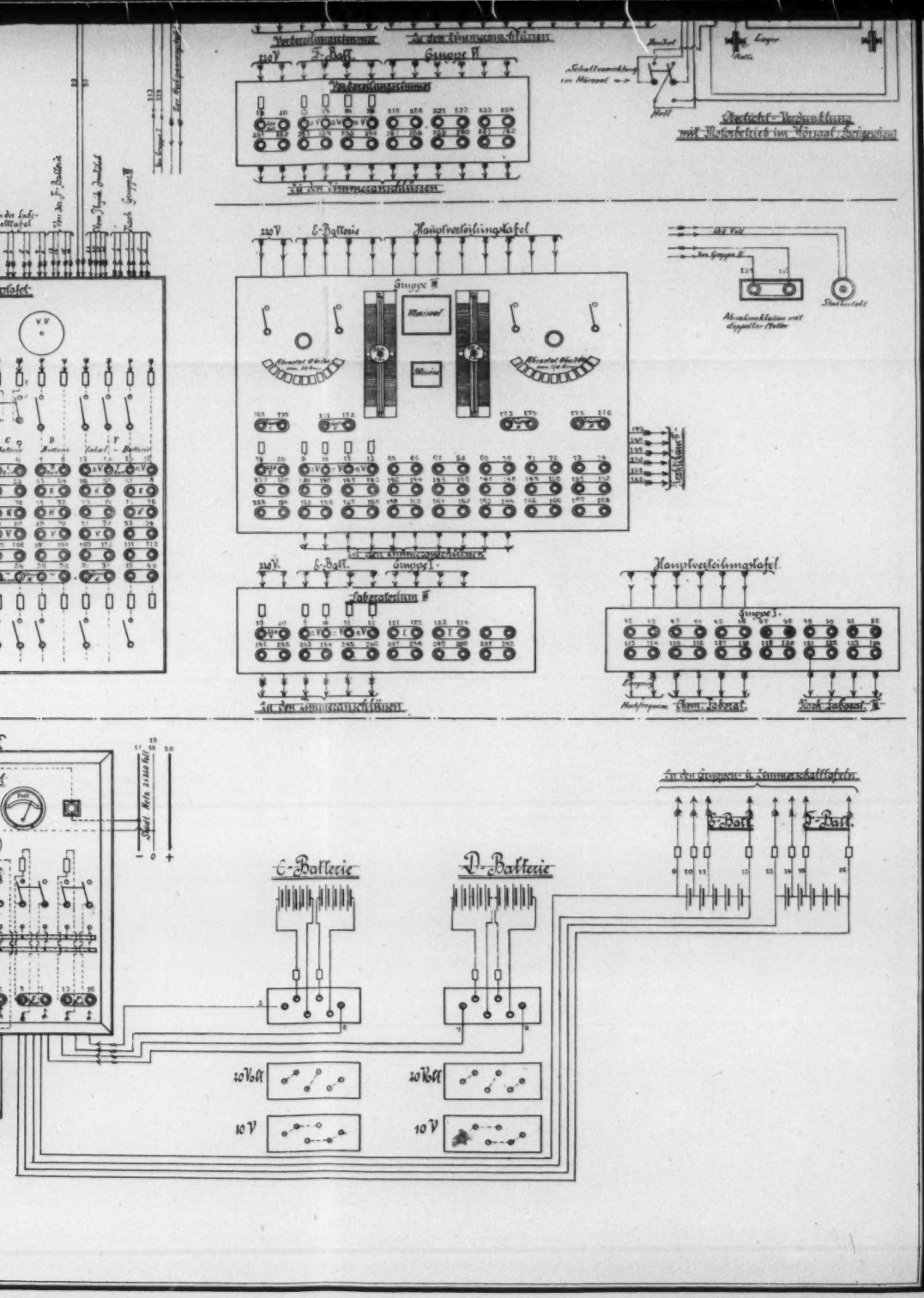
Für Hauptverteilungstafel

Institut für angewandte Elektricität.

...ctätsgesellschaft Gebr. Ruhstrat Göttingen ausgeführt.




Erdgeschoss
Kellergeschoss
Hauptverteilungstafel
Gruppe I
Gruppe II
Gruppe III
Gruppe IV
Gruppe V
Gruppe VI
Gruppe VII
Laboratorium I
Laboratorium II
Fahrstuhl
Fahrstuhlmaschine
Fahrstuhlmaschine
Fahrstuhl
Elektrische Uhren
Elektrische Uhren
Elektrische Uhren



Photolith. Julius Klinkhardt, Leipzig.